

Chair's Message

On behalf of the 2007 National Conference Organizing Committee, I welcome everyone to the 60th Annual CWRA Conference. This conference would not have been possible without the exceptional commitment of our funding sponsors. I thank all the volunteers, exhibitors, presenters, session chairs and conference delegates for making this a very successful event.

Sound science and technology is imperative for the most appropriate management of our precious water resources. Pertinent to the conference theme: Science and Technology: Implications for Water Management fourteen themes will be addressed. These range from broad issues such as Climate Change or Technology Transfer at a Global Dimension to specific issues as Monitoring, Measuring and Data Dissemination or Reclamation, Restoration, and Rehabilitation of Wetlands and Watersheds.

This year's conference strives to present some new activities including the first ever CWRA golf tournament, a LiDAR training course and a number of tours. We are pleased also to offer a barbeque at the University of Saskatchewan, which is celebrating its 100th anniversary. As an added bonus, the conference coincides with the much acclaimed Saskatchewan Jazz Festival. I am sure that these additional events will make your stay in Saskatoon even more memorable.

Please remember to complete the evaluation form included in your registration package as we always appreciate your comments and suggestions. Have an enjoyable conference!

Gord Bell, Chair
60th Annual CWRA Conference
June 25-28, 2007
Agriculture and Agri-Food Canada



2007 Conference Organizing Committee

Malcolm Conly

Technical Program Lead
Environment Canada

Collette Gaucher

Registration Lead
PFRA/AAFC

Josi Hauschild

Publicity Lead
Cameco Corporation

Brenda Toth

Facilities & Social Lead
Environment Canada

Linda Bliss

At-Large
Environment Canada

Heather Haywood

At-Large
Environment Canada

Ed Dean

Sponsorship Lead
Saskatchewan Environment

Bob Halliday

Finance Lead
R. Halliday & Associates

Brett Reynolds

SYP Lead
Environment Canada

Robert Stedwill

Tours Lead
SaskPower

Sylvie Gagnon-Provencher

At-Large
Environment Canada

Esther Kienholz

Sponsorship
Environment Canada

Rob Wiebe

At-Large
Sask. Watershed Authority



CWRA ACRH

Canadian
Water
Resources
Association

Association
Canadienne
des Ressources
Hydriques

Plenary Speakers

Dr. Kevin Cash

Dr. Cash trained as an ecologist with a specialization in evolutionary biology and behavioural ecology. He received a PhD. from the University of Calgary and following completion of a Postdoctoral Fellowship began his career with Environment Canada in 1998. Within Environment Canada he has held the position of Research Scientist and various management positions and is currently part of the Water Science & Technology Directorate within EC's Science and Technology Branch. His research interests relate to the impacts of human activities on wildlife and aquatic ecology, the development of improved water quality monitoring programs and the impact of predicted climate change on wetlands.



Dr. Chandra Madramootoo

Chandra Madramootoo is the Dean of the Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, and a James McGill Professor in the Department of Bioresources Engineering. He is also an Associate Vice Principal of McGill University. Prior to becoming the Dean of the Faculty and Associate Vice Principal of McGill on August 15, 2005, he was the Founding Director of the Brace Centre for Water Resources Management, a position he held since June 01, 1999. He has been a Professor at McGill University since 1984 in irrigation and drainage engineering.

Dean Madramootoo obtained his B.Sc., M.Sc. and Ph.D. degrees in agricultural engineering, and irrigation and drainage engineering from McGill University. Prior to joining the staff at Macdonald in 1984, he worked for several years in agricultural water management in the Commonwealth Caribbean. He conducts research and teaching in irrigation, drainage, water quality, water table management, watershed management and land reclamation. He has taught undergraduate and graduate courses in hydrologic systems and modeling, irrigation, drainage, and soil and water quality management.

Professor Madramootoo has published over 150 papers in refereed scientific journals and book chapters. He has been invited to deliver over 60

invited keynote addresses to various institutions and professional societies in Canada and around the world. He has supervised the research work of 70 M.Sc. and Ph.D. students. Many of his graduate students have gone on to become world leaders in their field. He has encouraged several undergraduates to pursue careers in soil and water, and to go on to graduate studies.

Professor Madramootoo is the recipient of numerous awards. He is a member of the International Water Academy, a Fellow of the Canadian Society for Bioengineering and also a Fellow of the American Society of Agricultural and Biological Engineers.

Dr. John Pomeroy

Professor John Pomeroy is the Canada Research Chair in Water Resources and Climate Change (Tier 1), and a Professor of Geography, Fellow of the Royal Geographical Society, Honorary Professor of Hydrology at the University of Wales, member of the Biogeosciences Institute of the University of Calgary and Director of the Centre for Hydrology at the University of Saskatchewan.



The Centre for Hydrology has a physical core of over 20 researchers and a network of over 35 faculty with interest in hydrology at the University of Saskatchewan. Professor Pomeroy was the first Chair in Hydrology in Wales and graduated from the University of Saskatchewan with a PhD (1988) in Agricultural Engineering (Division of Hydrology) and BSc (1983) in Geography. He has worked in the US, UK and Canada as a research scientist, research fellow and project leader in government agencies and has taught at universities in Canada and the United Kingdom.

Professor Pomeroy has published over 160 research articles including five books, is an Associate Editor of Atmosphere-Ocean, the annual editor of a special 'snow' issue of Hydrological Processes. He serves on the Science Steering Group for the International Decade for Prediction in Ungauged Basins (PUB), was recently President of the Eastern Snow Conference, is currently Vice President of the Canadian Geophysical Union and President of the International Commission on Snow and Ice Hydrology.

His current research interests are on prairie, mountain and northern hydrology, physically based modelling of hydrology, and improved methods to observe, understand and describe hydrological processes. He directs collaborative university-government research programmes as Principal Investigator of IP3, the Improved Processes and Parameterization for Prediction in Cold Regions Network and as Co-lead of DRI, the Drought Research Initiative Network.

Platinum Sponsors



Environment Canada
Environnement Canada



Saskatchewan
Environment



Agriculture and
Agri-Food Canada

Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Prairie Farm Rehabilitation
Administration

Administration du rétablissement
agricole des Prairies

Gold Sponsors



Fisheries and Oceans
Canada

Pêches et Océans
Canada



Saskatchewan
Watershed
Authority

Silver Sponsors



Bronze Sponsors



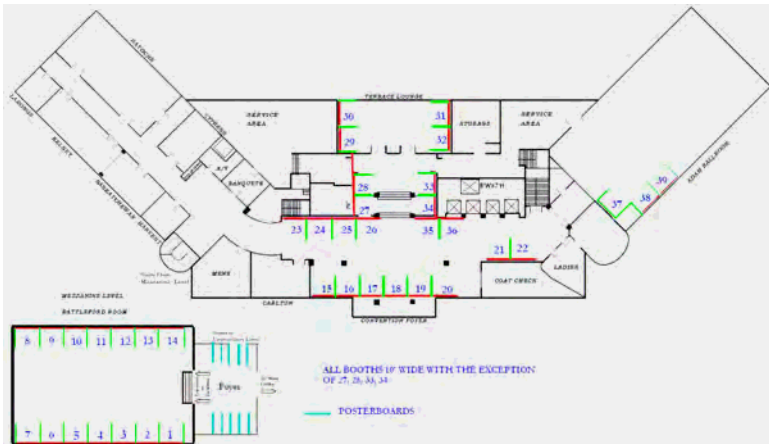
Souris Sponsors



Thanks to all of our sponsors and exhibitors.

Exhibitors

1. AAFC-PFRA [29]
2. Aquatic Informatics Inc. [25]
3. Aquatic Life Ltd. [18]
4. AXYS Technologies Inc. [19]
5. Campbell Scientific (Canada) Corp. [26]
6. CANSID [Battleford - 3]
7. Centre for Topographic Information (CTIS)[36]
8. CSHS [Battleford - 2]
9. CWRA [39]
10. DASCO Equipment Inc. [21]
11. Department of Fisheries and Oceans Canada [31]
12. Environment Canada [30]
13. FTS Forest Technology System [23]
14. GEO SCIENTIFIC LTD [20]
15. Hoskin Scientific Limited [17]
16. Oak Environmental Inc. [22]
17. Partners FOR the Saskatchewan River Basin [34]
18. Prairie Adaptation Research Collaborative [16]
19. Project WET Canada [24]
20. Saskatchewan Environment [32]
21. Saskatchewan Research Council [33]
22. Saskatchewan Watershed Authority [28]
23. SaskPower [27]
24. Student & Young Professionals – CWRA [Battleford - 1]
25. University of Saskatchewan [15]
26. UMA Engineering Ltd. [35]



ABSTRACTS

AQUATIC BIODIVERSITY IN WATER RESOURCES (BIO)

Ecological features of the Athabasca and Mackenzie river, delta, and lake ecosystems

Marlene S. Evans*, Fortune Ogbebo, Marley Waiser, David Barton, Martin Davies, Bruce Kilgour, Doug Halliwell and Jonathan Keating

* Environment Canada, 306-975-5310,
marlene.evans@ec.gc.ca

For many decades, the upper Mackenzie River Basin has been a relatively undeveloped watershed. However, this is rapidly changing as oil sands are extracted from the eastern and western watersheds of the upper Athabasca River in the Fort McMurray area, and the likely development of the Mackenzie Gas Pipeline in the outer Mackenzie delta (and Beaufort Sea) and along the eastern side of the river. Here we present highlights of limnological, river, and tributary studies conducted to better understand the ecological features of these environments and to assess impacts from hydrocarbon development and/or climate variability focusing on findings from the MGP studies. Total nutrient concentrations tended to be low in most Mackenzie tributary waters and lakes suggesting low productivity systems and/or uptake rates that kept pace with regeneration rates. Nutrient concentrations tend to be higher in the Athabasca study areas. Nutrient limitation studies conducted in Mackenzie delta lakes suggested that both phosphorus and nitrogen were limiting. Dissolved organic carbon concentrations were moderately high and may have been a significant additional carbon source to Mackenzie and Alberta lakes. Zooplankton and benthos standing stocks were low in most ponds and lakes along the Mackenzie River but diverse; there was no evidence of marine species in outer delta lakes. Zooplankton were considerably more abundant in Alberta lakes. Fish populations were highly variable with Arctic lamprey collected in some Mackenzie River tributaries and forage fish abundant in shallow waters along the Mackenzie River in the Norman Wells area. Potential adverse effects of the Mackenzie Gas Pipeline development and the implications of climate change are discussed in the context of these findings.

AQUATIC BIODIVERSITY IN WATER RESOURCES (BIO)

Caractéristiques écologiques des écosystèmes des rivières, des deltas et des lacs, de l'Athabasca et de la Mackenzie

Durant de nombreuses décennies, le bassin du cours supérieur du fleuve a été relativement peu exploité. Toutefois, cette situation change rapidement, étant donné l'extraction des sables bitumineux des bassins est et ouest du cours supérieur de la rivière Athabasca, dans la région de Fort McMurray, et la mise en œuvre probable du gazoduc Mackenzie dans la partie externe du delta du Mackenzie (et la mer de Beaufort) et le long de la rive est du fleuve. Nous présentons ici les faits saillants des études limnologiques et des études sur les cours d'eau et leurs affluents visant une meilleure compréhension des caractéristiques écologiques de ces environnements et l'évaluation des impacts de la mise en valeur des hydrocarbures et/ou de la variation du climat, en mettant l'accent sur les conclusions des études relatives au gazoduc Mackenzie. Les concentrations totales de nutriments avaient tendance à être basses dans la plupart des affluents du fleuve Mackenzie et des lacs, ce qui suggère des systèmes à faible productivité et/ou des taux de consommation qui suivent le rythme des taux de régénération. Les concentrations de nutriments tendaient à être plus élevées dans les zones de la rivière Athabasca ayant fait l'objet d'études. Les études sur le manque de nutriments effectuées dans les lacs du delta du Mackenzie donnent à penser qu'il y avait carence à la fois de phosphore et d'azote. Les concentrations de carbone organique dissout étaient modérément élevées et ont pu constituer une source additionnelle importante de carbone pour le fleuve et les lacs de l'Alberta. Le zooplancton et le benthos étaient peu abondants dans la plupart des étangs et des lacs longeant le fleuve, mais on en trouvait une certaine diversité; rien n'indiquait l'existence d'espèces marines dans les lacs de la partie externe du delta. Le zooplancton était considérablement plus abondant dans les lacs de l'Alberta. Les populations de poissons variaient grandement; des lamproies arctiques ont été repêchées dans certains

AQUATIC BIODIVERSITY IN WATER RESOURCES (BIO)

affluents du fleuve Mackenzie, et les poissons fourrages abondaient dans les eaux peu profondes longeant le fleuve Mackenzie, dans la région de Norman Wells. C'est dans le contexte de ces conclusions que sont abordés les effets potentiellement indésirables de la mise en œuvre du gazoduc Mackenzie et des répercussions du changement climatique.

General empirical models for the release of nutrients by fish

Jeff Sereda* and Jeff Hudson

* University of Saskatchewan, jms240@mail.usask.ca

General models of fish nutrient release (N and P) were developed for two groups of fish species based on feeding habits; detritivores and generalist. Models were derived from direct measurements of 56 temperate and tropical, marine and freshwater species obtained from the literature. Fish wet mass ranged from 0.1 – 3195g. Mean water temperature ranged from 15 – 29°C. Both wild and cultured fish stocks were included in the models. Measurements of nutrient release included nitrogen and phosphorus. A positive relationship between nutrient release rate and fish wet mass was observed for all species combined. However, detritivorous fish were found to release a greater proportion of each nutrient. Therefore, species were separated based on feeding habit. Species deriving 50% or more of their diet from detritus were grouped as detritivores. Species not meeting this requirement were grouped under a general fish model. Four models of nutrient release were derived from multiple regression analysis; detritivore release rates of N ($n = 371$, $r^2 = 0.79$, $p < 0.001$), and P ($n = 384$, $r^2 = 0.88$, $p < 0.001$), and generalist release rates of N ($n = 261$, $r^2 = 0.92$, $p < 0.001$), and P ($n = 188$, $r^2 = 0.83$, $p < 0.001$). Both nitrogen and phosphorus release rates were significantly and positively correlated with mean water temperature. These

AQUATIC BIODIVERSITY IN WATER RESOURCES (BIO)

models may be useful for the rapid estimations of nutrient release by the fish community for a given system.

Modèles empiriques génériques pour la description de la production d'éléments nutritifs par les poissons

Des modèles génériques de production d'éléments nutritifs par les poissons (N et P) ont été élaborés pour deux groupes d'espèces de poissons en fonction de leurs habitudes alimentaires : les détritivores et les autres espèces. Les modèles découlent de la mesure directe (dans la documentation) de 56 espèces marines et dulcicoles en provenance de régions tempérées et tropicales. La masse humide des poissons variait de 0,1 à 3 195 g. La température moyenne de l'eau variait de 15 à 29°C. Les modèles englobent à la fois des populations de poissons sauvages et d'élevage. Les mesures portaient sur la production d'azote et de phosphore. Une relation positive entre le taux de production d'éléments nutritifs et la masse humide du poisson a été observée pour toutes les espèces. Toutefois, on a constaté que les détritivores produisent une plus grande proportion de chaque élément nutritif. Nous avons donc classé les espèces selon leurs habitudes alimentaires. Les espèces dont le régime alimentaire provient à 50 p. 100 ou plus de matières organiques mortes ont été regroupées dans le modèle des détritivores. Les autres espèces ont été regroupées dans un modèle générique. Quatre modèles de production d'éléments nutritifs ont été dérivés au moyen d'une analyse de régression multiple : taux de production d'azote ($n = 371$, $r^2 = 0,79$, $p < 0,001$) et de phosphore ($n = 384$, $r^2 = 0,88$, $p < 0,001$) par les détritivores, et taux de production d'azote ($n = 261$, $r^2 = 0,92$, $p < 0,001$) et de phosphore ($n = 188$, $r^2 = 0,83$, $p < 0,001$) par les autres poissons. On a constaté une corrélation significative et positive entre les taux de production d'azote et de phosphore et la température moyenne de l'eau. Ces modèles pourront se révéler utiles pour la détermination rapide de la production d'éléments nutritifs par une communauté de poissons dans un système donné.

Aquatic Vegetation and Dissolved Oxygen in the Bow River, Alberta, Canada

K. Robinson*, M. Iwanyshyn, C. Valeo, C. Ryan, and A. Chu
* Schulich School of Engineering, University of Calgary, 403-220-8785, klrobins@ucalgary.ca

The Bow River Water Quality Model (BRWQM) was developed by an environmental consultant for the City of Calgary as a tool for monitoring nutrient loading and dissolved oxygen (DO) levels in the Bow River. In June 2005, a flood event redistributed nutrient stores and plant and algae populations in the river. The model was not able to accurately predict the state of vegetation and oxygen in the Bow River after the flood.

Post-flood vegetation densities and nutrient concentrations have been monitored in the Bow River to determine the patterns of vegetation regeneration and the effects of photosynthesis and respiration on DO. The field data collected provides a rarely published record of regrowth following catastrophic flooding. The City of Calgary has been provided access to a baseline against which to compare the effects of future storm and wastewater treatment options on the growth of vegetation in the river as a result of the monitoring program undertaken following the 2005 flood.

The BRWQM has been adjusted to account for changes in the vegetation structure from macrophyte to periphyton domination by allowing for considerably more periphyton growth in the absence of macrophytes. Competition was also introduced in the form of shading of the river bed by macrophytes as a control factor to the growth of periphyton. The application of this monitored data to improving the BRWQM provides the City of Calgary with a tool which is

AQUATIC BIODIVERSITY IN WATER RESOURCES (BIO)

accurate and useful in predicting the effects of future treatment options and making decisions based on the current state of the river.

Végétation aquatique et oxygène dissous dans la rivière Bow, Alberta

Le modèle de qualité de l'eau de la rivière Bow a été élaboré par un expert-conseil en environnement, pour le compte de la Ville de Calgary, comme outil de surveillance de la charge en nutriments et des niveaux d'oxygène dissous (OD) dans la rivière BOW. En juin 2005, une inondation a provoqué une redistribution des réserves de nutriments et des populations de plantes et d'algues dans la rivière. Le modèle n'a pas permis de prédire avec exactitude la situation concernant la végétation et l'oxygène dans la rivière Bow après l'inondation.

Après l'inondation, on a surveillé les densités de végétation et les concentrations de nutriments dans la rivière Bow afin de déterminer les profils de régénération de la végétation et les effets de la photosynthèse et de la respiration sur l'OD. Les données recueillies sur place ont permis de produire un dossier comme il s'en est rarement publié sur la régénération après une crue catastrophique. La Ville de Calgary a eu accès à une base de référence avec laquelle elle pourra comparer les effets des futurs orages et des options en matière de traitement des eaux usées sur la croissance de la végétation dans la rivière, grâce au programme de surveillance entrepris après l'inondation de 2005.

Le modèle a été ajusté afin de prendre en compte les changements dans la structure de la végétation, c'est-à-dire une domination passant des macrophytes aux périphytons, en vue d'une croissance considérablement plus importante des périphytons en l'absence de macrophytes. Un élément de compétition a également été introduit sous la forme d'un ombrage du lit de la rivière par des macrophytes, comme facteur de limitation de la croissance des périphytons.

AQUATIC BIODIVERSITY IN WATER RESOURCES (BIO)

L'utilisation de ces données de contrôle aux fins d'amélioration du modèle permet à la Ville de Calgary de disposer d'un outil précis et utile pour ce qui est de prédire les effets des futures options de traitement et de prendre des décisions en se fondant sur l'état actuel de la rivière.

Chemical-Free Arsenic Removal in Small-Scale Potable Water Treatment Trains

Ann Gottinger*

* University of Regina, 306-352-0314, gottinga@uregina.ca

Several rural water treatment systems will not meet the incoming drinking water quality requirements for arsenic and will require modified systems and upgrades to do so. Therefore, the development of low technology solutions that are affordable and sustainable is necessary and timely. Ozone-assisted biological slow sand filtration has proven to be an effective low cost solution for arsenic removal. However, the efficiency of this treatment is dependent on water quality conditions particularly an appropriate iron to arsenic ratio. This study is a continuation of preliminary research conducted by an undergraduate research team in the Environmental Systems Engineering program at the University of Regina. The initial study focused on a single location in rural Saskatchewan utilizing various forms of waste iron for increasing the iron content of raw water to induce arsenic removal. The modified treatment train indicate d that addition of iron increases the effectiveness of arsenic removal, however, results were inconsistent in the complete removal of naturally-occurring arsenic to meet the incoming reduction to the Maximum Allowable Concentration in the Saskatchewan Guidelines for Drinking Water Quality to 10 g/L. The current study focuses on optimizing iron filings:sand ratio in slow sand columns, evaluating placement of filings layers on arsenic removal efficiency, calculating iron consumption via oxidation and prediction of replacement

AQUATIC BIODIVERSITY IN WATER RESOURCES (BIO)

requirements in small-scale municipal water treatment trains, optimizing contact time for arsenic removal, monitoring of As oxidation state/speciation in raw versus treated water, surface characterization of As on sand surface during column studies and at pilot scale, evaluation effects of pH and on pH, as well as other water quality parameters on As removal.

Élimination de l'arsenic sans produits chimiques dans les petites chaînes de traitement de l'eau potable

Plusieurs systèmes de traitement de l'eau en milieu rural ne seront pas en mesure de satisfaire aux exigences à venir concernant le niveau d'arsenic dans l'eau potable et ils devront être modifiés et modernisés. Par conséquent, il s'avère nécessaire de concevoir rapidement des solutions abordables, durables et peu exigeantes sur le plan technologique. La filtration biologique lente sur sable avec traitement à l'ozone s'est révélée être une solution efficace et peu coûteuse pour l'élimination de l'arsenic. Toutefois, l'efficacité de ce traitement dépend des conditions de la qualité de l'eau, particulièrement en ce qui a trait à un ratio fer:arsenic adéquat. Cette étude fait suite à une recherche préliminaire effectuée par une équipe d'étudiants de premier cycle dans le cadre du programme *Environmental Systems Engineering* à l'Université de Regina. L'étude initiale portait plus particulièrement sur une localité rurale de la Saskatchewan utilisant diverses formes de fer de déchet pour accroître la quantité de fer dans l'eau brute, afin de faciliter l'élimination de l'arsenic. La chaîne de traitement modifiée indique que l'addition de fer améliore l'efficacité de l'élimination de l'arsenic; cependant, les résultats n'étaient pas constants en ce qui concerne l'élimination complète de l'arsenic naturellement présent en vue de satisfaire à la réduction à venir de la concentration maximale acceptable dans les lignes directrices de la Saskatchewan sur la qualité de l'eau potable, qui ramènera cette concentration à 10 g/l. L'étude actuelle met l'accent sur l'optimisation du rapport limailles de fer:sable dans les colonnes de filtration lente sur sable, l'évaluation du positionnement des couches de

AQUATIC BIODIVERSITY IN WATER RESOURCES (BIO)

limailles en vue de l'élimination efficace de l'arsenic, le calcul de l'élimination du fer due à l'oxydation et la prédiction des besoins de remplacement dans les petites chaînes de traitement de l'eau municipales, l'optimisation du temps de contact pour l'élimination de l'arsenic, la surveillance de l'état d'oxydation/de spéciation de l'arsenic dans l'eau brute par rapport à l'eau traitée, la caractérisation superficielle de l'arsenic sur la surface du sable durant l'étude des colonnes et à l'échelle pilote, l'évaluation des effets du pH et des effets sur le pH, ainsi que d'autres paramètres de la qualité de l'eau ayant une incidence sur l'élimination de l'arsenic.

The influence of climate on the long-term patterns of dissolved organic carbon in lakes across N.E. North America

Jan Zhang* and Jeff Hudson

* Department of Biology, University of Saskatchewan,
306-975-4450, jan.zhang@usask.ca

Lake-specific factors (e.g., wetland area) are known to affect dissolved organic carbon concentrations (DOC) in lakes. However, the relationship between the long-term patterns in lake DOC and regional factors (i.e., temperature, precipitation, total solar radiation, SO₄ deposition, the southern oscillation index, and others) has not been extensively studied. The relationship between regional factors and whole-lake ice-free DOC in 55 lakes from four districts across Eastern Canada (Kejimikujik National Park, NS; Dorset, ON; Turkey Lakes, ON; and The Experimental Lakes Area, ON) was investigated. The DOC patterns were temporally coherent (Kendall's tau) across the majority of lakes within a district. However, DOC patterns were not coherent between all districts. Therefore, each district had a distinct regression model to describe the relationship between the long-term patterns in DOC and regional factors. Solar radiation and precipitation were the regional factors

AQUATIC BIODIVERSITY IN WATER RESOURCES (BIO)

that explained the most variation in each model for each district. The unique characteristics of each district had to be included in the analyses to obtain a general model to describe the pattern in DOC across all four districts. In the general model, total solar radiation had a negative effect and total annual precipitation had a positive effect on the long-term pattern in lake DOC across the four districts of north east North America.

Influence du climat sur les tendances à long terme du carbone organique dissous dans les lacs du nord-est de l'Amérique du Nord

On sait que les facteurs associés aux lacs (milieux humides) influent sur les concentrations de carbone organique dissous (COD) dans les lacs. Toutefois, la relation entre les tendances à long terme du COD dans les lacs et les facteurs régionaux (p. ex., la température, les précipitations, le rayonnement solaire total, les dépôts de SO_4 , l'indice d'oscillation australe, etc.) n'a jamais fait l'objet d'études approfondies. Nous avons mesuré la relation entre les facteurs régionaux et le COD libre de glace dans 55 lacs répartis dans quatre districts de l'est du Canada (parc national de Kejimikujik, N.-É.; Dorset, ON; Turkey Lakes, ON; région des lacs expérimentaux, ON). Les tendances du COD étaient cohérentes sur le plan temporel (coefficient tau de Kendall) pour la majorité des lacs dans un même district. Par contre, les tendances du COD n'étaient pas cohérentes d'un district à l'autre. Par conséquent, nous avons élaboré un modèle de régression distinct pour chaque district en vue de décrire la relation entre les tendances à long terme du COD et les facteurs régionaux. Le rayonnement solaire et les précipitations étaient les facteurs régionaux expliquant une majorité de variations dans chaque modèle pour chaque district. Il a été nécessaire d'incorporer les caractéristiques uniques de chaque district aux analyses pour obtenir un modèle général permettant de décrire les tendances du COD dans l'ensemble des quatre districts. Dans ce modèle général, le rayonnement solaire total a un effet négatif, tandis que les précipitations annuelles totales ont un effet

AQUATIC BIODIVERSITY IN WATER RESOURCES (BIO)

positif, sur les tendances à long terme du COD dans les lacs des quatre districts du nord-est de l'Amérique du Nord.

BEST MANAGEMENT PRACTICES (BMP)

Agri-Environmental Group Planning in Saskatchewan Watersheds

Tom Harrison*, Bill Henley, Wayne Gosselin and Terry Kowalchuk

* Saskatchewan Watershed Authority, 306 536-2038,
tom.harrison@swa.ca

The Environment Chapter of the Agricultural Policy Framework (APF) is encouraging environmental farm planning (EFP) throughout Canada. The EFP approach has been adopted on an individual farm basis where producers complete a risk assessment of all environmental issues on their farms and develop an action plan to address those issues. Saskatchewan's EFP program is being delivered by PCAB, the Provincial Council of ADD (Agriculture Development and Diversification) Boards. Almost 6,000 individual EFPs have been completed. Under the APF, producers can also become involved in Agri-Environmental Group Planning (AEGP). In the AEGP process, a group of farmers can identify and address a single environmental issue in a geographical area or on a commodity basis. However, until 2004, no group plans had been undertaken in Canada. In that year, the Four Creeks Watershed Group initiated a group planning pilot project in the Lower Souris River Watershed. During AEGP consultation workshops, agricultural producers were exposed to an environmental scan of the watershed and they chose protection of surface water quality as their priority environmental issue. The group then selected two beneficial management practice (BMP) categories, Riparian Area Management and Wintering Site Management, to address issues relating to water. The group hired a group planning advisor to assist producers in the watershed with developing management plans and submitting applications to the Canada-Saskatchewan Farm Stewardship Program. To date, Almost 2 million dollars in BMP projects have been approved in the Lower Souris Watershed. The pilot project in the Lower Souris River Watershed served as a model for the development of AEGP projects in nine other watersheds across Saskatchewan. Partnerships between producers, NGOs, provincial and

BEST MANAGEMENT PRACTICES (BMP)

federal agencies have been crucial to this process. The total number of approved and completed projects, funds expended and products produced through the AEGP process will be updated and presented at the time of the presentation.

Planification agroenvironnementale collective pour les bassins hydrographiques de la Saskatchewan

Le volet Environnement du Cadre stratégique pour l'agriculture (CSA) encourage la planification environnementale à la ferme (PEF) à l'échelle du Canada. L'approche de la PEF est adoptée sur une base individuelle par des producteurs qui acceptent de réaliser une évaluation de tous les risques environnementaux liés à leur ferme et d'élaborer un plan d'action visant à abaisser ces risques. En Saskatchewan, la prestation du programme de PEF est assurée par le PCAB, le Provincial Council of ADD (Agriculture Development and Diversification) Boards. Près de 6 000 PEF ont déjà été présentés. Aux termes du CSA, les producteurs peuvent également participer à la planification agroenvironnementale collective (PAEC). Selon ce processus, un groupe d'agriculteurs peut cerner et décider de corriger un enjeu environnemental spécifique dans une région donnée ou pour un produit agroalimentaire donné. Toutefois, jusqu'à 2004, aucun plan collectif n'avait encore été présenté au Canada. Cette année-là, le Four Creeks Watershed Group a lancé un projet pilote de planification collective dans le bassin hydrographique de la rivière Lower Souris. À l'occasion des ateliers de consultation de PAEC, on a proposé aux producteurs agricoles une analyse environnementale du bassin, et ces derniers ont choisi la protection de la qualité de l'eau de surface en tant qu'enjeu environnemental prioritaire. Le groupe a ensuite sélectionné deux catégories de pratiques de gestion bénéfiques (PGB), Gestion des zones riveraines et Gestion des sites d'hivernage, en vue de corriger des problèmes liés à l'eau. Le groupe a embauché un conseiller en planification collective afin d'aider les producteurs du

BEST MANAGEMENT PRACTICES (BMP)

bassin à élaborer des plans de gestion et à présenter des demandes au Programme de gestion agroenvironnementale (Canada-Saskatchewan). À ce jour, près de deux millions de dollars ont été accordés à des projets PGB dans le bassin hydrographique de la rivière Lower Souris. Le projet pilote mené dans ce bassin a servi de modèle pour le développement de projets PAEC dans neuf autres bassins hydrographiques de la Saskatchewan. Les partenariats forgés entre des producteurs, des ONG et des organismes provinciaux et fédéraux ont joué un rôle crucial dans ce processus. Le nombre total de projets approuvés et terminés, les fonds dépensés et les produits créés à l'occasion du processus de PAEC seront actualisés au moment de la présentation.

The Environmental Impact of Five Beneficial Management Practises

Jim Yarotski*

* Agriculture and Agri-Food Canada, PFRA,
306-780-*6516, yarotskij@agr.gc.ca

The Stepler sub-watershed, approximately 206 ha, located within the South Tobacco Creek Watershed, in southern Manitoba, is one of seven WEBs project sites located across Canada. WEBs, is an acronym for Watershed Evaluation of Beneficial Management Practises. Five beneficial management (conservation) practices are being assessed on the Stepler Farm; zero tillage versus conventional tillage, holding pond to capture runoff from a cattle containment area, conversion of cropped land to forage, development or enhancement of riparian area along water courses and use of small reservoirs to reduce downstream nutrient runoff. Runoff, soils/snow/surface materials, meteorological and agronomic information, along with water samples are being collected at the edge-of-field and sub-watershed levels. This information will be used to assess the

BEST MANAGEMENT PRACTICES (BMP)

economic and an environmental performance of the selected BMPs. The South Tobacco Creek has been the location of numerous studies over the last 10 years, which will provide background data to the WEBS project. The research is being carried out by a multi-agency multi-disciplinary team comprised of numerous Federal and Provincial government agencies (Agriculture and Agri-Food Canada, Environment Canada, Manitoba Agriculture and Manitoba Environment) and NGOs (Deerwood Soil and Water Management Association, University of Manitoba, University of Guelph and Ducks Unlimited).

Impact environnemental de cinq pratiques de gestion bénéfiques

Le sous-bassin hydrographique Stepler, qui couvre environ 206 ha dans le bassin South Tobacco Creek, dans le sud du Manitoba, est l'un des sept sites du projet EPBH au Canada. EPBH est l'acronyme du projet Évaluation des pratiques de gestion bénéfiques (PGB) à l'échelle des bassins hydrographiques. Cinq pratiques de gestion bénéfiques (conservation) sont en cours d'évaluation sur la ferme Stepler : culture sans travail du sol par rapport à travail classique du sol; creusage d'étangs de retenue des eaux de ruissellement en provenance des zones de confinement de bovins; conversion de terres cultivées en cultures fourragères; développement ou amélioration des zones riveraines le long des cours d'eau; installation de réservoirs de petite capacité pour réduire le ruissellement des éléments nutritifs. Des échantillons des eaux de ruissellement, des sols, de la neige et des matériaux de surface sont prélevés, et des données météorologiques et agronomiques sont mesurées, à la lisière des champs et dans l'ensemble du sous-bassin. Ces renseignements seront utilisés pour évaluer le rendement économique et environnemental des PGB sélectionnées. Le bassin South Tobacco Creek a fait l'objet de nombreuses études au cours des dix dernières années, ce qui nous fournit des données de référence pour le projet EPBH. Les recherches sont menées par une équipe multidisciplinaire composée de membre de nombreux

BEST MANAGEMENT PRACTICES (BMP)

organismes fédéraux et provinciaux (Agriculture et Agroalimentaire Canada, Environnement Canada, ministère de l'Agriculture du Manitoba et ministère de l'Environnement du Manitoba) et de nombreuses ONG (Deerwood Soil and Water Management Association, Université du Manitoba, Université de Guelph et Canards Illimités).

Plant residues as a source of nutrients in snowmelt runoff water

Jane Elliott*, Alison Tucker and David Gallén

* Environment Canada, 306-975-5738, jane.elliott@ec.gc.ca

Agricultural has been identified as a contributor of nutrients to surface waters. However, most sources of agricultural nutrients are diffuse and have not been clearly identified. A potential source that has been largely overlooked is nutrient release from senesced plant material. The release of nutrients from plant material during snowmelt and the subsequent transport of these nutrients in surface runoff could contribute to the eutrophication of downstream receiving waters.

A laboratory incubation study was designed to assess nutrient release from different plant residues during snowmelt in controlled conditions. Frozen residues were covered with a layer of snow that was typical of over-winter snow-cover and subjected to a number of thaw-freeze cycles. The resulting melt-water was analyzed for dissolved N, P and C content to assess the nutrient release potential of each residue. A range of plant residues, including cereals, pulse crops, oilseeds and native vegetation, were collected for testing. The effect of residue freshness was also studied by collecting samples of crop residues from fields with and without significant post-harvest regrowth. In the third component of the experiment, samples of residue and surface soil were collected and nutrient release during

BEST MANAGEMENT PRACTICES (BMP)

simulated snowmelt was measured for the soils and residues alone and in combination.

The results will be discussed in the context of their relevance to the development of beneficial agricultural management practices for the protection of water quality.

Débris végétaux en tant que source d'éléments nutritifs dans le ruissellement nival

Il a été montré que la production agricole est l'un des contributeurs d'éléments nutritifs aux eaux de surface. Néanmoins, la majorité des sources d'éléments nutritifs agricoles sont non ponctuelles et n'ont pas été clairement identifiées. Une source potentielle qui avait jusqu'ici été généralement négligée réside dans la libération d'éléments nutritifs par la matière végétale en sénescence. La libération d'éléments nutritifs par les végétaux pendant la fonte des neiges et le transport subséquent de ces éléments nutritifs par l'écoulement de surface pourraient contribuer à l'eutrophisation des eaux réceptrices en aval.

Nous avons conçu un essai d'incubation en laboratoire en vue d'évaluer la libération d'éléments nutritifs par différents débris végétaux pendant la fonte des neiges dans des conditions contrôlées. Les débris congelés ont été recouverts d'une couche de neige représentative de l'enneigement hivernal, puis soumis à plusieurs cycles de gel et de dégel. L'eau de fonte ainsi obtenue a été analysée pour déterminer la teneur en N, P et C en vue de connaître le potentiel de libération d'éléments nutritifs de chaque type de débris. Une gamme variée de débris végétaux, incluant des céréales, des légumineuses, des graines oléagineuses et de la végétation indigène, a été recueillie aux fins des essais. Nous avons aussi étudié les effets de la fraîcheur des débris en recueillant des échantillons de débris végétaux dans des champs présentant ou non une repousse notable après la récolte. Pour la troisième composante de l'expérience, nous avons recueilli des échantillons de débris végétaux et de sols de surface, puis mesuré la libération

BEST MANAGEMENT PRACTICES (BMP)

d'éléments nutritifs à l'occasion d'une fonte de neige simulée, pour les sols et débris végétaux seuls et en combinaison.

Les résultats seront étudiés dans le contexte de leur pertinence pour l'élaboration de pratiques de gestion agricole bénéfiques en vue de la protection de la qualité de l'eau.

**Water Quality Planning through an Inexact Fuzzy
Nonlinear Optimization Model**

X.S. Qin*, G. H. Huang and B. Chen
* University of Regina, 306-586-7317,
xiaoshengqin@env.uregina.ca

Effective planning for water quality management is normally complicated with a variety of uncertainties and nonlinearities. These complexities lead to difficulties in formulating and solving the resulting nonlinear optimization problems. To effectively handle this problem, this study developed an inexact fuzzy nonlinear programming (IFNP) model for water quality management under uncertainty. Methods of interval and fuzzy programming were integrated within a general frame to address uncertainties in the left- and right-hand sides of the nonlinear constraints. Uncertainties in water quality, pollutant loading, and system objective were reflected through the developed IFNP model. A case study for water quality management planning in the Changsha section of the Xiangjiang River was then conducted for demonstrating applicability of the developed IFNP model. It was indicated that the proposed method was effective in dealing with IFNP problems; uncertainties can be communicated into optimization process and generate reliable solutions for decision variables and objectives; the decision alternatives can be obtained by adjusting different combinations of the decision variables within their solution intervals.

**Planification de la qualité de l'eau au moyen d'un
modèle d'optimisation inexact, flou et non linéaire**

En règle générale, la planification efficace de la gestion de la qualité de l'eau est complexifiée par différentes incertitudes et non-linéarités. Ces complexités rendent plus difficiles la formulation et la résolution des problèmes d'optimisation non linéaire qui en résultent. En vue de gérer ce problème plus efficacement, la présente étude visait à élaborer un modèle

CANADIAN SOCIETY OF HYDROLOGICAL SCIENCES (CSHS)

de programmation inexacte, floue et non linéaire (IFNP) pour la gestion de la qualité de l'eau dans les situations d'incertitude. Différentes méthodes de programmation par intervalles et de programmation floue ont été intégrées dans un cadre général en vue de corriger les incertitudes dans les parties gauche et droite des contraintes non linéaires. Les incertitudes en matière de qualité de l'eau, de charge en polluants et d'objectif système se reflétaient dans le modèle IFNP. Nous avons ensuite mené une étude de cas sur la planification de la gestion de la qualité de l'eau pour la section Changsha de la rivière Xiangjiang en vue de démontrer l'applicabilité du modèle IFNP. On a constaté que la méthode proposée permettait de régler avec efficacité les problèmes de type IFNP : les incertitudes peuvent être intégrées au processus d'optimisation en vue de générer des solutions fiables pour les variables et objectifs décisionnels; les solutions de décision peuvent être obtenues en ajustant différentes combinaisons de variables décisionnelles au sein de leurs intervalles de solution.

Trends in Extreme Rainfall Intensities in Ontario

Trevor Dickinson*, Ramesh Rudra and James Zhou

* University of Guelph, 519-824-4120,
wdickins@uoguelph.ca

Global climate models and some studies of rainfall data have suggested that extreme rainfall intensities have increased in parts of the world including Canada during the past 30 years, and may be expected to continue to increase. This paper summarizes results from an analysis of annual and monthly extreme rainfall intensities measured at 13 locations across Ontario from 1970 to 2003 for durations of 15, 30 and 60 minutes and 6, 12 and 24 hours. The analysis explored the slopes of linear trend lines over the period, and changes in intensity-frequency-duration values; and consideration was

CANADIAN SOCIETY OF HYDROLOGICAL SCIENCES (CSHS)

given to the significance of values and the possibility of patterns in space and/or with duration. The results reveal no consistent trends in annual extreme rainfall intensities in space or with duration, the data showing a scatter of increasing and decreasing intensities. There is evidence however that May rainfall extremes have increased 10 to 15 % per decade for all durations analyzed at the more southerly stations in the province, and extreme values occurring in fall months at these same stations also show some evidence of having increased.

Tendances en matière d'intensités de précipitations extrêmes en Ontario

Les modèles climatiques globaux et certaines études des données sur les précipitations permettent de penser que les intensités de précipitations extrêmes ont augmenté dans certaines régions du globe, y compris le Canada, au cours des 30 dernières années et que ces intensités continueront à augmenter. Le présent article résume les résultats d'une analyse des intensités de précipitations extrêmes annuelles et mensuelles mesurées à 13 emplacements en Ontario entre 1970 et 2003 pendant des durées de 15, 30 et 60 minutes et de 6, 12 et 24 heures. L'analyse explore les courbes des tendances linéaires pendant cette période de temps ainsi que les variations des valeurs intensité-fréquence-durée. De plus, l'analyse tient compte de la portée potentielle de ces valeurs et explore la possibilité de schémas répétitifs sur le plan physique et/ou de la durée. Les résultats ne révèlent aucune tendance constante dans les intensités de précipitations extrêmes annuelles, ni dans l'espace ni dans le temps; les données montrent plutôt une grande variété d'intensités croissantes et décroissantes. Il existe toutefois des éléments qui démontrent que les précipitations extrêmes en mai ont augmenté de 10 à 15 p. 100 par décennie pour toutes les durées mesurées aux stations les plus au sud de la province, et les valeurs extrêmes mesurées au cours des mois d'automne à ces mêmes stations semblent également avoir augmenté.

**IRTSP: An Integrated Optimization Method for Water
Resource Management under Uncertainty**

Hua Zhu*, Guo H. Huang, and Ping Guo

* Faculty of Engineering, University of Regina,
306-584-3828, zhuhu200@uregina.ca

The paper presents an interval-parameter robust two-stage stochastic programming (IRTSP) method for the planning of water resource management under uncertainty. The model is derived by incorporating the concepts of interval-parameter and robust programming techniques within a two-stage stochastic optimization framework. This approach not only can incorporate pre-defined water policies directly into its optimization process, but also can readily integrate inherent system uncertainties expressed as possibility distributions and discrete intervals directly into its solution procedure. Applied to a case study of regional water resources management, the IRTSP process is demonstrated how the method efficiently produces stable solutions together with different risk levels of violating pre-established allocation criteria. Additionally, a variety of decision alternatives are also generated under different combinations of water shortage. The obtained results are useful for decision makers to gain an insight into the tradeoffs among environmental, economic and system reliability criteria in water resource management.

**IRTSP : Une méthode d'optimisation intégrée pour la
gestion des ressources en eau dans les situations
d'incertitude**

Notre article décrit une méthode de programmation stochastique à intervalle-paramètre robuste en deux étapes

CANADIAN SOCIETY OF HYDROLOGICAL SCIENCES (CSHS)

(IRTSP) pour la planification de la gestion des ressources en eau dans les situations d'incertitude. Nous en sommes arrivés à ce modèle en combinant le concept d'intervalle-paramètre et les techniques de programmation robuste dans un cadre d'optimisation stochastique à deux étapes. Cette approche permet non seulement d'incorporer des politiques sur l'eau prédéfinies directement dans le processus d'optimisation, mais aussi d'intégrer aisément des incertitudes inhérentes au système, exprimées sous forme de distributions de possibilités et d'intervalles discrets, directement dans la procédure de solution. Appliqué à une étude de la gestion des ressources en eau à l'échelle régionale, le processus IRTSP a permis de démontrer comment la méthode produit avec efficacité des solutions stables comportant différents niveaux de risque associés à la violation de critères d'affectation préétablis. De plus, différentes solutions décisionnelles ont été générées selon différents scénarios de pénurie d'eau. Les résultats ainsi obtenus permettront aux décideurs de mieux comprendre les compromis à faire entre les différents critères environnementaux, économiques et de fiabilité des systèmes dans les processus de gestion des ressources en eau.

Identification and Quantification of Trends in Prairie Streamflow

Lin Fan, Donald H. Burn* and Gordon Bell

* University of Waterloo, (519) 888-4567 ext 33338,
dhburn@civmail.uwaterloo.ca

Streamflow data are required for the design, analysis and operation of a variety of water resource infrastructure. The design and operation of water infrastructure has traditionally assumed that the available data record is stationary in time such that past events are indicative of the types of conditions expected in the future. As a result of the potential impacts of

CANADIAN SOCIETY OF HYDROLOGICAL SCIENCES (CSHS)

climate change, as well as land use changes, this assumption may no longer be valid. It is thus necessary to examine hydrological variables for trend behaviour and to look for potential causes for trends that are found. This paper seeks to identify and quantify streamflow trends specifically for streams on the Canadian Prairies. Of particular concern are spring snowmelt and summer rainfall peak daily mean flows and corresponding event runoff volumes. The research involves trend analysis of streamflow data and also trend analysis of precipitation and temperature data. Precipitation and temperature data are important for attempting to explain trends found in streamflow data. The identification and estimation of trends is conducted using the Mann-Kendall nonparametric test for trend. The research should provide important information for the design and operation of water infrastructure for conditions on the Canadian Prairies. The results from the trend analysis will provide insight into the degree of change in hydrological variables that has been observed in the recent past, which should allow inferences to be made with regard to the hydrological regime expected in the future, during the design life of planned infrastructure. This information can be used to more effectively design and operate water infrastructure.

Identification et quantification des tendances en matière d'écoulements fluviaux dans les Prairies

Les données sur les écoulements fluviaux sont nécessaires pour la conception, l'analyse et l'exploitation de différentes infrastructures hydrauliques. Par le passé, les concepteurs et exploitants d'infrastructures hydrauliques supposaient que les enregistrements de données disponibles étaient fixes dans le temps et, par conséquent, que les événements passés étaient indicateurs des types de conditions qui se présenteraient à l'avenir. À la lumière des répercussions potentielles des changements climatiques ainsi que des changements dans l'utilisation des terres, cette hypothèse pourrait ne plus être valide. Il est donc nécessaire d'examiner les variables hydrologiques en vue de rechercher

CANADIAN SOCIETY OF HYDROLOGICAL SCIENCES (CSHS)

les comportements tendanciels et de cerner leurs causes potentielles. Le présent article tente d'identifier et de quantifier les tendances en matière d'écoulements fluviaux dans les Prairies canadiennes. Nous nous intéressons tout particulièrement aux débits de pointe quotidiens moyens causés par la fonte printanière et par les précipitations estivales ainsi qu'aux volumes correspondants des écoulements de surface. Notre recherche faisait appel à des analyses des tendances visant les données sur les écoulements fluviaux ainsi qu'à des analyses des tendances visant les données sur les précipitations et la température. Ces dernières sont importantes pour expliquer les tendances constatées dans les données sur les écoulements fluviaux. L'identification et l'estimation des tendances ont été réalisées au moyen du test non paramétrique de Mann-Kendall. Les résultats de notre recherche devraient fournir de l'information importante pour la conception et l'exploitation d'infrastructures hydrauliques adaptées aux conditions des Prairies canadiennes. Les résultats de l'analyse des tendances nous permettront de mieux comprendre les changements dans les variables hydrologiques qui ont été observés au cours des dernières années, ce qui permettra en retour de formuler des hypothèses quant au régime hydrologique auquel on peut s'attendre dans les années à venir, soit pendant la durée de vie utile de l'infrastructure prévue. On pourra utiliser ces renseignements pour concevoir et exploiter de façon plus efficace les infrastructures hydrauliques.

The Hysteretic Relationship between Snow Covered Area and Depth – Measurement and Modelling

Bruce Davison*, Steven Fassnacht, Ric Soulis

* Environment Canada, 306-975-5788,

bruce.davison@ec.gc.ca

The relationship between snowcovered area (SCA) and average snow depth is dependent on the history of the snowpack. In particular, this relationship is hysteretic during

CANADIAN SOCIETY OF HYDROLOGICAL SCIENCES (CSHS)

the initial accumulation and late melt phases of the snowpack. An algorithm has been developed to account for this hysteresis in land-surface schemes that make use of the grouped response unit or tile to account for sub-grid heterogeneity. Continuous measurements of snow depth were taken with digital photographs at 3-hour intervals in the boreal forest of south-central Saskatchewan. To avoid the complication of canopy effects, the photographs were taken in a clearing that had been harvested in 2002. Analysis of the imagery illustrate that the SCA-depth hysteresis does in fact exist.

The algorithm has been incorporated into the Canadian Land Surface Scheme (CLASS), the Modélisation Environnementale Communautaire (MEC) system, and the MEC Surface Hydrology (MESH) prototype, which is the successor of WATCLASS. Results show the impact of implementing the algorithm on a variety of scales, comparing to measured data at flux towers with CLASS at the 2002 harvested site, looking at results over the Whitegull creek watershed with the MESH prototype, and examining the impact of the algorithm over North America with MEC.

CANCID – IRRIGATION & DRAINAGE ADVANCES IN SCIENCE & TECHNOLOGY

The long-term effects of subsurface drainage on an irrigated area to control soil salinity in Saskatchewan

Jaques Millette* and Garth Weiterman

* Semiarid Prairie Agricultural Research Centre, 306-778-7270, millettej@agr.gc.ca

In 1986, following a detailed study of a 9 ha field (hereafter referred to as Field 11), subsurface drainage was installed to reclaim the high soil saline area at the Canada Saskatchewan Irrigation Diversification Centre in Outlook, Saskatchewan. Leaching through irrigation of the field started in the fall of 1988. Since 1986, changes in soil salinity were monitored using an EM38 conductivity meter on a 15-m grid and also using selected detailed soil samples at 15 sites in Field 11 down to 1.2 m at every 0.30 m layer. In the fall of 2006, soil salinity was monitored again with an EM38 meter and soil samples collected at permanently located benchmark sites in Field 11. The last detailed monitoring was conducted in 1997 and leaching of Field 11 ceased in 1995. The objectives of this investigation were to determine whether soil salinity conditions in Field 11 had changed over the past nine years and to calibrate the EM38 vertical and horizontal measurements with actual soil testing results. Preliminary results from the 2006 monitoring data showed that the EM38 measurements in the horizontal direction and the actual soil salinity test values were not correlated ($r^2=0.08$). However, in the vertical direction the correlation was significant with an $r^2=0.35$. The latter EM38 values can thus be converted to EC_e using the developed regression equation and then a soil salinity contour map for Field 11 can be produced. A further analysis was done on fifteen sites for each layer of the soil profile to compare the 2006 values to the ones in 1997. A significant decrease in soil salinity occurred between 1997 and 2006 in the 0-.30 m layer, no change in the layers .30 to .60 m and .60-.90 m and an increase in soil salinity in the .90-1.20 m layer. It would appear that the salinity has moved down the soil profile during the past nine years most likely because of the irrigation.

CANCID – IRRIGATION & DRAINAGE ADVANCES IN SCIENCE & TECHNOLOGY

Effets à long terme du drainage souterrain sur une zone irriguée en vue de contrôler la salinité du sol en Saskatchewan

En 1986, après l'étude détaillée d'un champ de 9 ha (Champ 11) au Centre Canada-Saskatchewan de recherche sur la diversification de l'irrigation, à Outlook en Saskatchewan, un système de drainage souterrain a été installé pour abaisser la salinité du sol. Le lessivage du champ par irrigation a été entrepris à l'automne 1988. Depuis 1986, les modifications de la salinité du sol étaient mesurées, d'une part, au moyen d'un conductivimètre EM38 installé en grille de 15 m et, d'autre part, au moyen d'échantillons du sol prélevés sur 15 sites du champ à une distance de 1,2 m pour chaque couche de 0,30 m. À l'automne 2006, la salinité du sol a été mesurée de nouveau au moyen d'un conductivimètre EM38 et d'échantillons du sol prélevés sur les sites repères du Champ 11. Les dernières mesures détaillées ont été prises en 1997, et le lessivage du champ a pris fin en 1995. L'étude avait pour objectifs de déterminer si la salinité du sol avait varié au cours des neuf dernières années et de calibrer les mesures EM38 verticales et horizontales à l'aide des résultats des analyses du sol. Les résultats préliminaires fondés sur les données de surveillance de 2006 montrent que les mesures EM38 dans l'orientation horizontale et la salinité du sol ne sont pas corrélés ($r^2=0,08$). Par contre, dans l'orientation verticale, la corrélation est significative ($r^2= 0,35$). Il est donc possible de convertir les dernières valeurs EM38 en valeurs ECe au moyen de l'équation de régression élaborée à cette fin, puis d'établir une carte de la salinité du sol en courbes de niveau pour le Champ 11. Une analyse additionnelle a été menée sur les échantillons de quinze sites pour chaque couche du profil de sol en vue de comparer les valeurs de 2006 à celles de 1997. On a constaté ce qui suit : un fléchissement significatif de la salinité entre 1997 et 2006 dans la couche 0-0,30 m, aucune variation dans les couches 0,30-0,60 m et 0,60-0,90 m et une augmentation de la

CANCID – IRRIGATION & DRAINAGE ADVANCES IN SCIENCE & TECHNOLOGY

salinité dans la couche 0,90-1,20 m. Il semble que la salinité se soit déplacée plus en profondeur dans le profil du sol au cours des neuf dernières années, fort probablement en raison de l'irrigation.

Best Management Practice of Solar Powered Miniature Pivots for Irrigation of High Value Crops

Evan B. Derdall* and Terrance A. Fonstad

* Canada-Saskatchewan Irrigation Diversification Centre,
Outlook Saskatchewan;
(306) 867-5407; ebd415@mail.usask.ca

The introduction of solar-powered irrigation systems in recent years has opened the door for irrigation of land located near a viable water source but lacking the single- or three-phase power system to effectively operate. In these cases of electrical isolation, combustion generators are utilized as the alternative source of power but with raising petroleum prices and concerns about the environment, solar-powered irrigation systems are becoming an attractive alternative. As these systems are relatively new in the irrigation industry in Canada, Best Management Practices (BMPs) were developed to aid producers adequately utilize this technology.

The primary objective of this project is to develop a BMP for utilizing solar powered miniature pivots for irrigation of high value crops. The developed BMP will look at altering irrigation timing and application rate of the current irrigation practices while maintaining a soil water content of 60 – 70 percent of field capacity, optimum for most vegetable crops (SAF 2005). The overall goal of the developed management practice is to increase the Water and Energy Use Efficiency to allow the irrigator to best utilize this new technology.

CANCID – IRRIGATION & DRAINAGE ADVANCES IN SCIENCE & TECHNOLOGY

The secondary objective of this project was to characterize the power and operating systems to identify the potential use of these irrigation systems; with the overall goal to identifying a power system capable of operating the irrigation system in conjunction with the pumping system. Development of a self contained solar powered system will reduce the irrigators' dependency on combustion generators and non-renewable resources.

Pratique de gestion exemplaire : Utilisation de pivots miniatures à énergie solaire pour l'irrigation de plantes à fort rapport économique

La mise en œuvre de systèmes d'irrigation à énergie solaire au cours des dernières années a ouvert la porte à l'irrigation de terres situées non loin d'une source d'eau viable, mais ne disposant pas d'un système d'alimentation monophasé ou triphasé qui assurerait son exploitation. Dans ces situations d'isolation électrique, on utilise des générateurs à combustion en tant que source d'alimentation électrique de remplacement; toutefois, avec la hausse des coûts du pétrole et les préoccupations à l'endroit de l'environnement, les systèmes d'irrigation à énergie solaire constituent maintenant une solution de remplacement intéressante. Comme ces systèmes sont relativement nouveaux au sein de l'industrie canadienne de l'irrigation, nous avons élaboré des pratiques de gestion exemplaires (PGE) en vue d'aider les producteurs à utiliser correctement cette technologie.

L'objectif principal de notre projet consiste à élaborer une PGE décrivant l'utilisation de pivots miniatures à énergie solaire pour l'irrigation des plantes à fort rapport économique. La PGE ainsi développée vise à altérer le calendrier d'irrigation et les taux d'application utilisés actuellement, tout en maintenant un indice d'hydratation du sol équivalant à 60-70 p. 100 de la capacité du champ, soit l'indice optimal pour la majorité des cultures légumières (SAF 2005). L'objectif global de la PGE consiste à accroître l'efficacité de l'utilisation de l'eau et de l'énergie en vue de

CANCID – IRRIGATION & DRAINAGE ADVANCES IN SCIENCE & TECHNOLOGY

permettre à l'irrigateur d'utiliser au mieux cette nouvelle technologie.

L'objectif secondaire du projet consistait à caractériser les systèmes d'alimentation et les systèmes d'exploitation de manière à cerner les différentes utilisations possibles de ces systèmes d'irrigation; l'objectif global consistait à définir un système d'alimentation capable d'assurer l'exploitation d'un système d'irrigation conjointement avec le système de pompage. Le développement d'un système à énergie solaire autonome permettra de réduire la dépendance des irrigateurs à l'égard des générateurs à combustion et des ressources non renouvelables.

NAHARP Irrigation Water Quantity & Use Efficiency Indicator Development

Laurie Tollefson, Gail Dyck* and John Harrington

* Agriculture and Agri-Food Canada, Canada-Saskatchewan
Irrigation Diversification Centre, Outlook, Saskatchewan,
306-867-5402, dyckga@agr.gc.ca

The agriculture sector faces increasing competition from other users for water resources. The greatest consumptive use of agricultural water is for irrigation. Under the National Agri-Environmental Health Analysis and Reporting Program (NAHARP), we are charged with answering the question: How efficiently does irrigation use water? A series of indicators are being developed that will lead to an assessment of how sustainably irrigators are managing water resources. Agri-environmental indicators developed through NAHARP inform decision makers, track environmental changes over time and provide a national assessment of agriculture's environmental performance. These analyses will lead, in the long term, to appropriate

CANCID – IRRIGATION & DRAINAGE ADVANCES IN SCIENCE & TECHNOLOGY

planning and policy decisions within Agriculture and Agri-Food Canada.

This pioneering work began in 2003 with a global review of irrigation water use efficiency indicators. A national panel of water experts assembled and provided input into the selection of three indicators that assess the use of freshwater resources for irrigation and the mass production and economic productivity of the water used. Preliminary indicator calculations have been made, but the main challenge has been to develop cost-effective methods of gathering both crop and yield information, and irrigation water use data across the diverse regions of Canada. This process is on-going. To date, estimates for western Canada have been made at the field and irrigation district scale. Also, significant contribution has been made towards a national agricultural water use survey. Future work will include reassessing the appropriate data requirements, data acquisition procedures, and spatial scales for the indicators.

Développement pour le PNARSA d'indicateurs de la quantité et de l'efficacité d'utilisation de l'eau d'irrigation

En ce qui concerne les ressources en eau, le secteur agricole fait face à une concurrence de plus en plus forte de la part d'autres usagers. En agriculture, l'eau sert principalement à l'irrigation. Dans le cadre du Programme national d'analyse et de rapport en matière de santé agroenvironnementale (PNARSA), nous devons répondre à la question suivante : à quel degré nous servons-nous efficacement de l'eau pour l'irrigation? Une série d'indicateurs, actuellement en cours de développement, permettront de déterminer à quel degré les irrigateurs assurent une gestion durable des ressources en eau. Les indicateurs agroenvironnementaux mis au point dans le cadre du PNARSA permettent d'informer les décideurs, de suivre les changements environnementaux dans le temps et de fournir une évaluation nationale du rendement du secteur

CANCID – IRRIGATION & DRAINAGE ADVANCES IN SCIENCE & TECHNOLOGY

agricole sur le plan environnemental. À plus long terme, ces analyses permettront à Agriculture et Agroalimentaire Canada de faire les choix appropriés en matière de planification et de prise de décisions stratégiques.

Ce travail novateur a commencé en 2003 par un examen complet des indicateurs d'efficacité de l'utilisation de l'eau d'irrigation. Les données recueillies par un groupe d'experts canadiens ont mené à la sélection de trois indicateurs permettant d'évaluer l'utilisation des ressources en eaux douces pour l'irrigation et la production de masse, ainsi que la productivité économique de l'eau utilisée. Des calculs préliminaires ont été réalisés à partir de ces trois indicateurs; toutefois, le défi principal consistait à élaborer des méthodes efficaces de collecte d'information, dans toutes les régions du Canada, sur les récoltes, l'utilisation de l'eau pour l'irrigation et le rendement des cultures. Ces travaux se poursuivent. À ce jour, on a obtenu des estimations pour l'Ouest canadien à l'échelle du champ et du périmètre d'irrigation. Par ailleurs, une contribution notable a été apportée vers la réalisation d'une enquête à l'échelle nationale sur l'utilisation de l'eau à des fins agricoles. Les travaux à venir comprendront une réévaluation des besoins appropriés en matière de données, l'élaboration de procédures de collecte de données et la détermination de l'échelle spatiale des indicateurs.

Water, Energy and Food Security: perspectives and concerns.

Aly M. Shady*, Jean Marcel Laferrière and Mushtaq Ahmed

* Canadian International Development Agency,

819-994-4098, aly_shady@acdi-cida.gc.ca

Water for livelihoods poses new challenges. Mounting water stress is becoming more and more pronounced even for the billion and a half people living on the river basins.

CANCID – IRRIGATION & DRAINAGE ADVANCES IN SCIENCE & TECHNOLOGY

Agriculture is the major user of freshwater in the world. It accounts for 70% of all uses of water worldwide today. Rain-fed and irrigated agriculture occupy about one third of the land surface for crops and livestock production. Only about 17% of these lands are under irrigation and account for 40% of the total output. With an ever-increasing water scarcity, especially in the arid and semi arid regions, the effect on livelihood is self-evident while the ecosystems are threatened beyond remediation. The question is how will it be possible to meet the demands for agriculture while the competition for land and water from cities and industries accelerate.

Presently, the total number of chronically undernourished people in the world is estimated by FAO at 854 million. The highest prevalence of undernourishment is found in sub-Saharan Africa, where some 33 percent of the population is undernourished. On top of that to meet the needs of growing world population, even at the current rate, world food production must double from the present level of production by the year 2050. This is a formidable challenge considering that for the past seven years, world consumption exceeded production and food reserves are at their lowest. The smallholder farmers growing crops either for their own subsistence or for markets over which they have limited influence dominate the agricultural landscape of most of these poor countries. Many of these countries were not investing in agriculture at the rate required while remaining keen to produce enough food to feed the population.

The observed changes in the climate and increases in the edaphological shocks have negatively impacted the agriculture systems and the sustainability goals of many countries. This challenge is further confounded by the fact that agricultural products are seen as part of the solution to ever growing energy crisis and as a remedy to global warming. Agricultural production is looked upon as a source of energy crops and to be part of GHG mitigation process in addition to providing traditional food and fibre. As a result agriculture will be under two-sided squeeze with respect to

CANCID – IRRIGATION & DRAINAGE ADVANCES IN SCIENCE & TECHNOLOGY

water availability for its use. On the demand side industrialization, urbanization, and growing demand for food; and on the supply side the prospect for irrigation development looks more restricted. As a result the agricultural water use and management will of necessity look very different from what it is now in the coming years.

A second hurdle is posed by a stagnant shelf of technologies for many of these farm groups. While it is axiomatic that a productive agriculture enhances food security and improves living standards, the available agricultural technology undermined or destroyed the existing natural resources base, biodiversity and ecosystems, on which agriculture depends. Relatively little research has been directed at the diverse, low-input cropping systems, which is complicated by agro-climatic diversity and near-total reliance on rain-fed farming and pastoralism, though on around 40% of the land mass where pastoralism is a proven form of livelihood.

A third impediment is posed by trade restrictions and subsidies in developed countries. Such protectionism has two pernicious effects, namely, lower price and making it difficult for developing country farmers to compete. In protecting their farmers, rich countries restrict market access. The globalization of supply chain and changing food demands (namely for organic and functional foods and new FSQ standards) are further complicating things for the small farmers in these countries. In 2003, the International Food Policy Research Institute estimated that protectionism and subsidies by industrialized nations cost developing countries about \$23 billion annually in lost income. These point to the need for endeavoring on new “development space” and mechanism to tackle all three at the same time to overcome the new global challenges. Case studies from various parts of the world and proposals for a new agenda for development scenarios shall be presented. The paper will also provide evidence based documentation and recent research findings on the topic.

CANCID – IRRIGATION & DRAINAGE ADVANCES IN SCIENCE & TECHNOLOGY

Eau, énergie et sécurité alimentaire : perspectives et préoccupations

L'eau en tant que moyen de subsistance pose de nouveaux défis. Le stress hydrique est de plus en plus prononcé, même pour le milliard et demi de personnes vivant dans les bassins hydrographiques. L'activité agricole est le principal utilisateur d'eau douce sur la planète et représente à l'heure actuelle 70 p. 100 de toutes les utilisations d'eau à l'échelle mondiale. La culture sous pluie et la culture irriguée représentent le tiers environ de la superficie consacrée aux cultures et au bétail. Seulement 17 p. 100 environ de ces terres sont irriguées, et elles représentent 40 p. 100 de la production totale. Avec une eau de plus en plus rare, tout particulièrement dans les régions arides et semi-arides, les répercussions sur les moyens de subsistance sont évidentes, tandis que les écosystèmes sont menacés à un point tel que leur rétablissement pourrait ne pas être possible. Dans ce contexte, comment sera-t-il possible de satisfaire à la demande de l'agriculture, alors que la concurrence pour les terres et l'eau exercée par les villes et les industries s'accélère?

À l'heure actuelle, la FAO estime à 854 millions le nombre total des personnes exposées à la sous-alimentation chronique dans le monde. La prévalence la plus élevée de sous-alimentation est constatée en Afrique subsaharienne, où 33 p. 100 de la population est sous-alimentée. De plus, afin de satisfaire aux besoins d'une population mondiale toujours en croissance, on calcule que même au taux de croissance actuel, la production alimentaire mondiale devra doubler d'ici 2050, en comparaison du niveau de production actuel. Il s'agit là d'un défi formidable, lorsque l'on sait que la consommation mondiale a excédé la production au cours des sept dernières années et que les réserves sont à leur plus bas niveau. Les petits agriculteurs dont la production est destinée à leur propre subsistance ou à des marchés sur lesquels ils exercent une influence limitée dominent le paysage agricole dans la majorité de ces pays pauvres. Un grand nombre de ces pays n'ont pas investi suffisamment

CANCID – IRRIGATION & DRAINAGE ADVANCES IN SCIENCE & TECHNOLOGY

dans l'agriculture par le passé, tout en s'efforçant de maintenir une production suffisante pour nourrir la population.

Les changements climatiques observés et l'accroissement des chocs édaphologiques ont eu des répercussions négatives sur les systèmes agricoles et les objectifs de durabilité de nombreux pays. Ce défi est encore compliqué par le fait que les produits agricoles sont jugés faire partie de la solution à la crise de l'énergie et sont vus comme une parade au réchauffement climatique. On juge que la production agricole peut devenir une source de cultures énergétiques et s'inscrire dans la lutte contre les gaz à effet de serre, en plus de produire des aliments et des fibres, comme par le passé. Pour cette raison, l'agriculture sera soumise à deux facteurs de stress opposés en ce qui concerne la disponibilité de l'eau. Sur le plan de la demande : l'industrialisation, l'urbanisation et la demande croissante pour les aliments; sur le plan de l'offre : les possibilités de développement des infrastructures d'irrigation semblent plus restreintes. Il est clair que la gestion et l'utilisation de l'eau à des fins agricoles seront très différentes dans les années à venir, en comparaison de leur forme actuelle.

Un deuxième défi découle du niveau de technologie, qui n'a pas progressé pour un grand nombre de ces groupes de fermes. Même s'il est vrai qu'une agriculture productive accroît la sécurité alimentaire et améliore le niveau de vie, la technologie agricole disponible a plutôt compromis ou détruit la base de ressources naturelles, la biodiversité et les écosystèmes existants, dont l'agriculture dépend. Relativement peu de recherches ont porté sur les différents systèmes de culture à faible niveau d'intrants, une situation compliquée par la diversité agroclimatique et par une dépendance presque totale à l'égard de la culture sous-pluie et du pastoralisme (néanmoins, sur environ 40 p. 100 de la masse terrestre, le pastoralisme constitue un moyen de subsistance éprouvé).

CANCID – IRRIGATION & DRAINAGE ADVANCES IN SCIENCE & TECHNOLOGY

Un troisième défi est attribuable aux restrictions et subventions au commerce dans les pays développés. Ce protectionnisme a deux effets pernicieux, soit le fléchissement des prix et la concurrence accrue pour les agriculteurs des pays en développement. En protégeant leurs propres agriculteurs, les pays riches restreignent l'accès aux marchés. La mondialisation de la chaîne d'approvisionnement et les nouvelles demandes (pour des aliments biologiques et fonctionnels, ainsi que les nouvelles normes en matière de salubrité et de qualité des aliments) viennent compliquer les choses encore davantage pour les petits agriculteurs dans ces pays. En 2003, l'Institut international de recherche sur les politiques alimentaires avait estimé que le protectionnisme et les subventions à l'agriculture par les nations industrialisées coûtaient aux pays en développement environ 23 milliards de dollars chaque année en pertes de revenus. Il est nécessaire de mettre de l'avant un nouvel « espace de développement » et de nouveaux mécanismes qui permettront de relever ces trois défis mondiaux en même temps. Dans cet article, nous présentons des études de cas en provenance de différentes régions du globe ainsi que des propositions de nouveaux scénarios de développement. L'article offre aussi de la documentation fondée sur des preuves et présente les constatations issues de recherches récentes sur ce sujet.

Improving water use efficiency and productivity in irrigation: What is feasible?

H. Bjornlund, Lorraine Nicol*, and K.K. Klein

* University of Lethbridge, 403-329-2512,

lorraine.nicol@uleth.ca

Advancements in irrigation equipment over the last two decades have enabled significant improvements in irrigation water efficiency in southern Alberta. There are, however,

CANCID – IRRIGATION & DRAINAGE ADVANCES IN SCIENCE & TECHNOLOGY

expectations that further gains are possible as illustrated by Alberta's Water for Life strategy's goal to improve water use efficiency and productivity by 30 percent by 2015 mainly by the use of economic instruments to change the incentives for production and investment decisions. How achievable is this target and by what means can it be accomplished?

A recent survey of irrigators in the Taber and Raymond irrigation Districts of southern Alberta found that the irrigators believe that further improvements in water use efficiency and productivity may be possible but that the 30 percent target is too ambitious. The industry has little faith in the use of economic instruments to achieve these objectives. Given the emphasis that the Water for Life strategy places on the use of economic instruments and the fact that the industry accounts for some 70% of all water consumptive use in southern Alberta, these findings suggests that further research is needed into exploring measures that irrigators believe can be taken to improve water use efficiency and productivity and the effect different economic instruments might have.

In the survey, conducted during the winter of 2006-7, irrigators in the two irrigation districts were asked to identify specific measures they have taken in the past to improve irrigation practices, management, and water use efficiency and the measures they expect to take in the future. Irrigators also were asked what factors they perceive impede the process of increasing water use efficiency and what factors and/or policies could improve the outcomes. Nearly 20 percent of all producers in the two irrigation districts responded to the survey.

Findings from this study broaden the understanding of how irrigation water is managed now and will be managed in the future in southern Alberta. They also provide a basis for understanding irrigator behaviour in the search for methods by which water use efficiency and productivity gains can be achieved.

CANCID – IRRIGATION & DRAINAGE ADVANCES IN SCIENCE & TECHNOLOGY

Accroissement de l'efficacité et de la productivité de l'utilisation de l'eau d'irrigation : Quelles approches sont réalisables?

Les progrès réalisés en matière d'équipement d'irrigation au cours des deux dernières décennies ont mené à des améliorations considérables de l'efficacité de l'utilisation de l'eau d'irrigation dans le sud de l'Alberta. On s'attend toutefois à ce qu'il soit possible de réaliser des gains supplémentaires, tel que le témoigne l'objectif, stipulé dans la stratégie « Water for Life » de l'Alberta, d'accroître l'efficacité et la productivité de l'utilisation de l'eau de 30 p. 100 d'ici 2015, principalement au moyen d'instruments économiques visant à modifier les mesures incitatives visant les décisions en matière de production et d'investissement. À quel degré cet objectif est-il réalisable, et par quels moyens peut-on y arriver?

Un sondage mené récemment auprès des irrigateurs des districts d'irrigation Taber et Raymond, dans le sud de l'Alberta, indique que les irrigateurs pensent qu'il peut être possible d'améliorer davantage l'efficacité et la productivité de l'utilisation de l'eau, mais que la cible de 30 p. 100 est trop ambitieuse. Le secteur privé fait peu confiance au recours à des instruments économiques pour atteindre ces objectifs. Étant donné l'accent mis par la stratégie « Water for Life » sur le recours à de tels instruments et le fait que l'industrie représente quelque 70 p. 100 de toute la consommation en eau dans le sud de l'Alberta, les constatations de l'étude permettent de penser qu'il faudra réaliser des recherches plus poussées en vue d'explorer les mesures que les irrigateurs jugent possibles pour accroître l'efficacité et la productivité de l'utilisation de l'eau et de déterminer les effets potentiels des différents instruments économiques.

À l'occasion du sondage mené au cours de l'hiver 2006-2007, on avait demandé aux irrigateurs des deux districts d'irrigation de nommer les mesures spécifiques

CANCID – IRRIGATION & DRAINAGE ADVANCES IN SCIENCE & TECHNOLOGY

qu'ils avaient prises par le passé en vue d'améliorer les pratiques d'irrigation et la gestion et l'efficacité de l'utilisation de l'eau et d'indiquer les mesures qu'ils prévoyaient prendre à l'avenir. On avait également demandé aux irrigateurs de nommer les facteurs qui nuisaient, selon eux, aux possibilités d'accroissement de l'efficacité de l'utilisation de l'eau ainsi que les facteurs et/ou politiques qui pouvaient permettre d'améliorer les résultats. Près de 20 p. 100 de tous les producteurs dans les deux districts d'irrigation ont répondu au sondage.

Les constatations de la présente étude améliorent notre compréhension de la gestion actuelle de l'eau d'irrigation et nous aident à prévoir comment cette eau sera gérée à l'avenir dans le sud de l'Alberta. Elles nous offrent aussi un fondement pour mieux comprendre les comportements des irrigateurs qui cherchent à mettre en œuvre des méthodes permettant de réaliser des gains en efficacité et en productivité en matière d'utilisation de l'eau.

Irrigation trends in the United States and possible relevance to the Canadian context

Harvey Hill*

* Agriculture & Agri-Food Canada, 306-975-4134,
hillh@agr.gc.ca

Irrigation patterns are changing in the United States for a variety of reasons. These changes provide Canada and individual provinces a set of emerging opportunities and challenges. This oral presentation describes the conditions influencing irrigation in the United States. Secondly it discusses potential opportunities and associated challenges these trends present for Canada.

CANCID – IRRIGATION & DRAINAGE ADVANCES IN SCIENCE & TECHNOLOGY

Tendances en matière d'irrigation aux États-Unis et pertinence possible dans le contexte canadien

Les schémas d'irrigation sont soumis à des changements à l'heure actuelle aux États-Unis pour diverses raisons. Ces changements posent pour le Canada et pour les provinces de nouvelles possibilités et de nouveaux défis. Notre présentation orale décrit les conditions influant sur l'irrigation aux États-Unis. Elle décrit également les occasions possibles et les défis que présentent ces tendances pour le Canada.

Modeling Irrigation Requirements of Peaches in Southern Ontario using Downscaled Climate Data as Input to CROPWAT

Rufa O. Doria*, Chandra A. Madramootoo, Bano B. Mehdi
* McGill University, 514-398-8785, rufa.doria@mail.mcgill.ca

The objective of this study was to build and test a soil water model that will assist growers to estimate and predict crop water requirements, and their corresponding irrigation needs, in order to develop water management strategies that reduce risks associated with projected future climatic and hydrologic conditions. Local effects of global warming are difficult to predict with General Circulation Models (GCMs) since they encompass large land areas. However, statistical downscaling of these model outputs can be used to simulate the climate for a specific local area. A Statistical Downscaling Model (SDSM 3.1) was used in conjunction with historical temperature and precipitation data to develop possible climate change scenarios for two fruit producing regions in Southern Ontario (Niagara Peninsula and the Lake Erie North Shore). The resulting climate scenarios were input in the CROPWAT model to predict the potential evapotranspiration, an important hydrological component

CANCID – IRRIGATION & DRAINAGE ADVANCES IN SCIENCE & TECHNOLOGY

affecting irrigation water demand. As such, the crop water requirements, irrigation schedules, and yield estimates of wine grapes and basket peaches in the region will be determined. For the soil water component, a real-time soil moisture monitoring probe (C-probe) was installed at four experimental producer field sites to provide a complete picture of the soil-water dynamics throughout the rooting depths during the entire growing season. These information, together with the crop data and the producers management practices constituted the input set for the CROPWAT model, from which actual crop water requirements can be determined to design the irrigation schedules. The presentation will provide an overview of the statistically downscaled climate data and the real time soil moisture data combined with the simulation and predictive capabilities of CROPWAT model for the two regions. The producers field data will be used to validate the CROPWAT model and make recommendations for irrigation management in the region.

Modélisation des besoins en irrigation de Peaches, dans le sud de l'Ontario, au moyen de données climatiques réduites en échelle et entrées dans le modèle CROPWAT

La présente étude avait pour objectif de construire et de mettre à l'essai un modèle de l'eau dans le sol qui permettra aux agriculteurs d'estimer et de prédire les besoins en eau de leurs cultures, et donc leurs besoins en irrigation, en vue d'élaborer des stratégies de gestion de l'eau permettant de réduire les risques associés aux conditions climatiques et hydrologiques prévues pour l'avenir. Il est difficile de prédire les effets du réchauffement climatique à l'échelle locale au moyen des modèles de circulation générale, puisque ces derniers portent sur de très grandes superficies. Toutefois, il est possible de réduire la résolution des résultats de modélisation afin de simuler les conditions climatiques pour une région donnée. Un modèle de réduction statistique de la résolution (SDSM 3.1) a été utilisé en conjonction avec des données historiques sur la température et les précipitations pour l'élaboration de scénarios potentiels de changements

CANCID – IRRIGATION & DRAINAGE ADVANCES IN SCIENCE & TECHNOLOGY

climatiques visant deux régions fruiticoles dans le sud de l'Ontario (péninsule du Niagara et rive Nord du lac Érié). Les scénarios ainsi obtenus ont été entrés dans le modèle CROPWAT pour prédire l'évapotranspiration potentielle, une importante composante hydrologique influant sur la demande en eau d'irrigation. Les besoins en eau des cultures, les calendriers d'irrigation et les estimations de rendement du raisin de cuve et de la poire dans la région seront déterminés. Pour la composante « eau dans le sol », des sondes de surveillance de l'humidité du sol en temps réel ont été installées sur quatre sites de production expérimentale en vue d'obtenir un tableau complet du comportement dynamique de l'eau dans le sol jusqu'à la profondeur d'enracinement tout au long de la saison de croissance. Ces données, conjointement avec les données sur les cultures et sur les pratiques de gestion des producteurs, constituaient le jeu de données d'entrée pour le modèle CROPWAT, ce dernier permettant de déterminer les besoins en eau réels des cultures en vue d'élaborer les calendriers d'irrigation. Notre présentation offrira un aperçu des données climatiques après réduction statistique et des données en temps réel sur l'humidité du sol, conjointement avec les capacités de simulation et de prédiction du modèle CROPWAT pour les deux régions. Les données sur les champs des producteurs seront utilisées pour valider les résultats de la modélisation CROPWAT et pour faire des recommandations sur la gestion de l'irrigation dans ces régions.

Investigation of Elbow Meters for On-Farm Irrigation Water Measurement

Gerry Guy*

* Agriculture & Agri-Food Canada, PFRA, 403-292-4641,
guyg@agr.gc.ca,

CANCID – IRRIGATION & DRAINAGE ADVANCES IN SCIENCE & TECHNOLOGY

With increasing requirements for water conservation and irrigation water management, the need for low-cost irrigation measurement is becoming apparent. The high cost of many water measurement devices discourages use by many irrigators. The development of economical and reliable irrigation measurement devices may lead to better adoption within the irrigation industry. The objective of the study was to test a commercially available elbow meter and to test and demonstrate a low-cost elbow meter that an individual irrigator could fabricate from readily available materials.

Momentum forces acting on water flowing through a pipe bend result in a pressure differential between the inside and outside of the bend. The pressure differential is proportional to the square of the velocity through the pipe. The pressure differential can be measured directly with pressure transducers or manometers, or indirectly by measuring a flow induced by the pressure differential. Because induced flows are low in comparison to main pipe flows, a small and inexpensive measurement device measuring induced flows could indirectly measure large irrigation flows ranging from 25 - 130 litres/sec (400 to 2100 Usgpm). A variety of pipe elbow configurations, pipe diameters and flow rates were investigated at the Water Measurement Demonstration and Testing Facility at the Canada-Alberta Crop Diversification Initiative (CACDI) Demonstration Farm in Lethbridge, Alberta from June through September, 2005. Results showed good correlations between reference measurement and both direct and indirect elbow meter measurement, indicating that elbow meters are a viable method for measuring typical on-farm irrigation flows.

This investigation was a collaboration between AAFRD, Irrigation Branch, Lethbridge, and AAFC, Water Supply Technology Unit, Calgary.

**Étude de débitmètres à coude (débitmètres centrifuges)
pour mesurer les débits d'eau utilisée à des fins
d'irrigation agricole**

CANCID – IRRIGATION & DRAINAGE ADVANCES IN SCIENCE & TECHNOLOGY

Avec la nécessité grandissante de conserver l'eau et de gérer les eaux d'irrigation, il devient évident qu'un moyen peu coûteux pour mesurer les eaux d'irrigation est nécessaire. Le coût élevé de nombreux dispositifs de mesure du débit d'eau décourage l'utilisation de ces dispositifs chez de nombreux agriculteurs pratiquant l'irrigation. La conception de dispositifs économiques et fiables de mesure des eaux d'irrigation pourrait favoriser l'utilisation de débitmètres chez ces agriculteurs. L'objectif de l'étude était de mettre à l'essai un débitmètre à coude offert sur le marché et de mettre à l'essai un débitmètre à coude à faible coût qu'un agriculteur pourrait fabriquer à partir de matériaux faciles à se procurer, et de faire la démonstration de ce débitmètre.

Les forces centrifuges agissant sur l'eau s'écoulant dans un coude de tuyau causent une différence de pression entre l'extérieur et l'intérieur du coude. La différence de pression est proportionnelle au carré de la vitesse d'écoulement dans le tuyau. La différence de pression peut être mesurée directement au moyen de transducteurs de pression ou de manomètres, ou indirectement en mesurant le débit de l'écoulement induit par la différence de pression. Comme l'écart entre le débit de la conduite principale et le débit dans le coude est minime, un petit dispositif de mesure peu coûteux mesurant le débit dans le coude pourrait mesurer, de façon indirecte, de grands débits d'eau d'irrigation allant de 25 à 130 litres/sec (400 à 2100 gallons US par minute). Divers types de coudes et des tuyaux de différents diamètres soumis à divers débits ont été étudiés à l'installation de démonstration et d'essai d'appareils de mesure du débit d'eau, située à la ferme de démonstration du Canada-Alberta Crop Diversification Initiative (CACDI), à Lethbridge, en Alberta, entre les mois de juin et septembre 2005. Les résultats ont montré une bonne corrélation entre les débits de référence et le débitmètre à coude (mesure indirecte et indirecte), indiquant par le fait même que le débitmètre à coude constitue un appareil viable de mesure des débits d'eau utilisée à des fins agricoles.

CANCID – IRRIGATION & DRAINAGE ADVANCES IN SCIENCE & TECHNOLOGY

Les participants à cette étude comprenaient la Division de l'irrigation du AAFRD, à Lethbridge, et le Water Supply Technology Unit de AAC, Calgary.

The Accomplishments of the National Water Quality and Availability Management Project: An Egyptian/Canadian experience.

Dr. Shaden Abdel Gawad, Presented by Laurie Tollefson
* National Water Research Center, Cairo, Egypt, (202) 444 6180 / (202) 444 7353, nwrc@nwrc-eg.org

The National Water Quality and Availability Management (NAWQAM) Project is a jointly funded project between the Governments of Egypt and Canada. This project was initiated in 1997 and is scheduled to conclude in June 2007. The goal of this project was to develop an effective and coordinated national system for sustainable water resource management in Egypt. The NAWQAM project was very successful in achieving this goal and the presentation will outline the many accomplishments from this project.

Réalisations du Projet national de gestion de la qualité et de la disponibilité de l'eau : une expérience égypto- canadienne

Financé conjointement par les gouvernements de l'Égypte et du Canada, le Projet national de gestion de la qualité et de la disponibilité de l'eau a été lancé en 1997 et devrait se terminer en juin 2007. Ce projet avait pour but de mettre au point un système national coordonné et efficace pour gérer de façon durable les ressources en eau de l'Égypte. Le projet a atteint son but avec succès, et la présentation abordera ses nombreuses réalisations.

CANCID – IRRIGATION & DRAINAGE ADVANCES IN SCIENCE & TECHNOLOGY

Water use and agriculture – challenges for the future

Brent A. Paterson*

* Alberta Agriculture, Food and Rural Development,
brent.paterson@gov.ab.ca

Food production in the 20th century was linked mainly to the world's land resources. It was a time of settlement, expansion and increasingly intensive management of agricultural land to meet the needs of a rapidly growing population. In the 21st century, water will be the main driver of agriculture and food production. Decisions related to water supply, access to water, efficient use of water, and water quality will dominate the agricultural landscape and change how we view agricultural production and food supply.

The United Nations estimates that the world's population will grow to about 9.3 billion by 2050. Success in producing the increased food required to meet the demands of our growing population will depend to a great extent on the availability of water. We are currently using about 50 percent of the approximately 12 500 km³ of water that is readily available in the world. Increased population, combined with a rising per capita consumption, and growing environmental concerns, may stress water availability in the future.

Over the next 20 to 30 years, countries such as Canada will be increasingly called upon to supply more of the world's food needs. Alberta, with almost 20 million ha of agricultural land, and almost 70 percent of Canada's irrigation, will be well placed to take advantage of increasing global market demands for both primary and processed foodstuffs. However, issues such as water supply, competing demands for water, and water quality will be key factors that will impact Alberta's ability to take advantage of the changing market opportunities. This presentation will discuss the water-

CANCID – IRRIGATION & DRAINAGE ADVANCES IN SCIENCE & TECHNOLOGY

related issues and opportunities facing Alberta's agricultural industry today and into the future.

Utilisation de l'eau et agriculture – défis pour l'avenir

Au XX^e siècle, la production alimentaire était surtout liée aux ressources en terres de la planète. Il s'agissait d'une période de colonisation, d'expansion et de gestion de plus en plus intensive des terres agricoles pour satisfaire aux besoins d'une population en forte croissance. Au XXI^e siècle, l'eau sera le principal facteur qui influera sur l'agriculture et la production alimentaire. Les décisions concernant l'approvisionnement en eau, l'accès à l'eau, son utilisation efficace et sa qualité auront des effets déterminants sur le paysage agricole et modifieront notre façon de voir la production agricole et l'approvisionnement alimentaire.

Les Nations Unies estiment que la population mondiale atteindra environ 9,3 milliards d'habitants en 2050. La production de suffisamment de nourriture pour satisfaire à la demande de cette population croissante dépendra largement de la disponibilité de l'eau. Nous utilisons actuellement environ la moitié des quelque 12 500 km³ d'eau facilement accessibles au monde. La hausse de la population et de la consommation d'eau par personne ainsi que les enjeux environnementaux de plus en plus préoccupants pourraient exercer des pressions sur la disponibilité future de l'eau.

Au cours des 20 à 30 prochaines années, des pays, comme le Canada, seront appelés à produire davantage de nourriture pour répondre aux besoins de la planète. L'Alberta, qui compte presque 20 millions d'hectares de terres agricoles et presque 70 pour cent de l'irrigation au Canada, sera bien placée pour tirer profit de la demande accrue d'aliments primaires et transformés sur le marché mondial. Toutefois, des enjeux, comme l'approvisionnement en eau, les demandes concurrentielles pour l'eau et la qualité de l'eau, seront des facteurs importants qui influenceront sur la capacité de l'Alberta de profiter des nouveaux

CANCID – IRRIGATION & DRAINAGE ADVANCES IN SCIENCE & TECHNOLOGY

débouchés. Notre présentation portera sur les enjeux liés à l'eau et sur les perspectives actuelles et futures de l'industrie agricole de l'Alberta.

Irrigation Expansion Planning around Lake Diefenbaker, Saskatchewan

Roger Pedersen*

* Saskatchewan Irrigation Projects Association,
(306) 867-8460, pederson.sa@xplornet.com

The Canada Saskatchewan Water Supply Expansion Program funded five irrigation planning studies: The Westside Irrigation Project, The Qu'Appelle South Irrigation Project, The South Saskatchewan River Irrigation District Infill & Expansion, Luck Lake Irrigation District Infill & Expansion and Riverhurst Irrigation District Infill and Expansion. These studies provide conceptual plans for over 200,000 hectares of irrigation expansion from Lake Diefenbaker. The 9 billion cubic metre reservoir, Lake Diefenbaker, currently provides high quality irrigation water to some 40,000 hectares of sustainably irrigable land. Direct uses of water from this reservoir account for less than 5% of the median annual inflow from the South Saskatchewan River. At a time when irrigated agriculture world-wide is under pressure from competing uses of water and climate change, Lake Diefenbaker offers Canada an irrigation expansion opportunity to attract investment and immigration, much as occurred in the western USA and in Alberta over a hundred years ago. The pressure to export water in the form of agricultural, value-added products from water-rich to water-poor regions will increase as the global population increases.

CANCID – IRRIGATION & DRAINAGE ADVANCES IN SCIENCE & TECHNOLOGY

Planification de l'expansion de l'irrigation autour du lac Diefenbaker, en Saskatchewan

Le Programme d'approvisionnement en eau Canada-Saskatchewan a financé cinq études de planification de projets d'irrigation, soit les projets d'irrigation Westside et Qu'Appelle South ainsi que les projets de densification et d'expansion des districts d'irrigation de la rivière Saskatchewan Sud, du lac Luck et de Riverhurst. Ces études présentent des plans conceptuels pour accroître de plus de 200 000 hectares les terres irriguées par l'eau du lac Diefenbaker. Ce lac est un réservoir de neuf milliards de mètres cubes qui fournit actuellement de l'eau de haute qualité qui sert à irriguer de façon durable quelque 40 000 hectares de terres. Les utilisations directes de l'eau de ce réservoir représentent moins de cinq pour cent du débit annuel médian de la rivière Saskatchewan Sud, qui alimente le réservoir. À une époque où, partout au monde, l'agriculture sur des terres irriguées subit des pressions exercées par les utilisations concurrentes de l'eau et les changements climatiques, le lac Diefenbaker offre au Canada la possibilité d'accroître sa superficie de terres irriguées et d'ainsi attirer des investissements et des immigrants, comme cela s'est produit dans l'ouest des États-Unis et en Alberta il y a plus d'un siècle. À mesure que la population mondiale augmentera, il y aura de plus en plus de pression pour que les régions bien pourvues en eau en exportent sous forme de produits agricoles à valeur ajoutée vers les régions où l'eau est rare.

CLIMATE CHANGE

The state of adaptation to climate change in the Canadian water resources sector

Bano Mehdi*

* McGill University / C-CIARN Water Res., 514-398-7836,
Bano.mehdi@mcgill.ca

In Canada, the water resources sector is already experiencing the impacts of climate variability and change, for example: decreasing sea ice, glacier recessions, low water levels in the Great Lakes, heavy storm events causing erosion in rural areas, and flooding in small watersheds, warmer winters and changing precipitation regimes. These types of unusual events are likely to be experienced more repeatedly in a changing climate. The impacts of extreme events are felt at the local level, long after they are over. This paper will examine how we are adapting to these changes (coping with them) in Canada. Are we in fact coping at all? Where is the knowledge at, in terms of adaptation? And what are the policies in place that build resilience into our water resources management? The challenges to ensuring a secure, adequate and clean water supply in a changing climate will be outlined. The institutional and social responses to adapting will be examined. Effective coping tools are necessary for tackling these challenges head-on. What tools exist currently? Tools include effective communication of climate science, raising awareness and engaging decision makers into taking action. Funding programs (government or other) also belong to the suite of tools to assist with implementing adaptation mechanisms (hard or soft approaches). Finally the topic of adaptation know-how and existing expertise will be addressed, such as capacity building for adapting to climate change needs and providing assistance to stakeholders.

État actuel des stratégies d'adaptation aux changements climatiques dans le secteur canadien des ressources en eau

CLIMATE CHANGE

Au Canada, le secteur des ressources en eau subit déjà les répercussions de la variabilité et des changements climatiques, telles que glace marine plus mince, récessions glaciaires, faibles niveaux d'eau dans les Grands Lacs, fortes tempêtes donnant lieu à de l'érosion dans les régions rurales et à des inondations dans les petits bassins hydrographiques, hivers plus chauds et régimes de précipitations variables. Il est probable que ces types d'événements inhabituels se manifesteront plus souvent dans un contexte de changements climatiques. Les répercussions de ces événements extrêmes se font sentir au niveau local, bien après leur déclenchement. Le présent article examine comment nous nous adaptons à ces changements au Canada. Est-ce que nous nous en tirons bien jusqu'à présent? Où en sommes-nous en ce qui concerne les connaissances en matière d'adaptation? Et quelles politiques ont été mises en place pour accroître la capacité d'adaptation de nos processus de gestion des ressources en eau? L'article décrira les défis à surmonter pour assurer un approvisionnement en eau sûr, adéquat et salubre dans un contexte de changements climatiques. Nous examinerons également les réactions institutionnelles et sociales à la nécessité de s'adapter. Il importe de disposer d'outils appropriés pour relever efficacement ces défis. Quels outils sont disponibles à l'heure actuelle? Parmi ces outils, on notera la capacité de diffuser de l'information scientifique sur le climat, la capacité de sensibilisation et la capacité d'inciter les décideurs à prendre les mesures nécessaires. Les programmes de financement (gouvernementaux ou autres) s'inscrivent également parmi les outils permettant de faciliter la mise en œuvre de mécanismes d'adaptation (approches dures ou souples). Enfin, nous aborderons le sujet du savoir-faire et de l'expertise existante en matière d'adaptation, notamment le renforcement de la capacité, qui permettra de s'adapter aux nouvelles nécessités entraînées par les changements climatiques et d'offrir l'aide appropriée aux intervenants.

Climate Information Needs for Water Managers

CLIMATE CHANGE

Monirul Mirza

* Environment Canada, 416-208 4874,
monirul.mirza@ec.gc.ca

Present climate and its variability and projected future changes in the climate and water system are a major factor influencing in underpinning planning, operation and management and operation of water resources. Climate, its variability over a range of timescales and potential change has a variety of implications for planning and management of water resources. For the sustainable management of water resources, it is therefore important to develop a framework for managing hydrometeorological risks by facilitating the use of key climate and meteorological information to support these water management activities and provide an insight into areas to further an the profound understanding of climatological issues on hydrological processes. Assessing the needs climate information and bringing them to water managers is essential for the sustainable development of water resources within the development agenda of countries. The scientific evidence about impacts of increasing climate variability on the water sector needs to be clearly demonstrated through multi-disciplinary research supported by the study of impacts of and vulnerabilities to climate change on various sectors related to water such as drinking water, irrigation, hydropower, agriculture, food, health, ecosystems and disasters. In this paper an attempt has been made to make assessment of the needs, capacity development and outreach strategy.

Besoins des gestionnaires des ressources en eau en matière d'information sur le climat

Le climat actuel, sa variabilité et les changements climatiques et touchant les réseaux hydrographiques prévus pour l'avenir constituent d'importants facteurs influant sur la planification, l'exploitation et la gestion des ressources en eau. Afin d'assurer la gestion durable des ressources en eau, il importe donc d'élaborer un cadre de gestion des risques hydrométéorologiques dans lequel on pourra utiliser

CLIMATE CHANGE

des données climatiques et météorologiques utiles pour soutenir les activités de gestion de la ressource hydrique et pour mieux comprendre les facteurs climatologiques qui influent sur les processus hydrologiques. L'évaluation des données sur le climat et leur diffusion aux gestionnaires des ressources en eau sont essentielles pour le développement durable de la ressource hydrique. Il importe de démontrer clairement les preuves scientifiques des répercussions de la variabilité climatique sur la gestion de l'eau au moyen de recherches multidisciplinaires soutenues par l'étude des vulnérabilités aux changements climatiques de différents secteurs liés à l'eau, tels que l'eau potable, l'irrigation, l'énergie hydroélectrique, l'agriculture, l'alimentation, la santé, les écosystèmes et les désastres naturels. Dans le présent article, nous tentons d'évaluer les besoins et de formuler une stratégie de développement de la capacité et de sensibilisation.

Competing theories of climate change, intersecting adaptation issues, and lessons learned from other countries

Phil Adkins, Allan Howard, Harvey Hill*

* Agriculture & Agri-Food Canada, 306-975-4134,
hillh@agr.gc.ca

The IPCC report to Policy Makers issued in February concluded that it is "very likely," or at least 90 percent certain, that mankind is to blame for much of the warming in the last half century. The remaining 10% represents the uncertainties associated with current research and competing theories for the causes of the observed warming. For policy makers working with limited resources and competing demands it is critical that the most apparent problem be addressed, Green House gases, but also ensure the policies formulated avoid if at all possible with any advances in the science that may emerge over the planning

CLIMATE CHANGE

horizon of concern. For the adaptation specialist the issue of concern is not which hypothesis is correct but rather how to best design adaptation processes and products that can best account for any surprises. This presentation briefly describes the green house gas theory and the best emerging alternative explanation. Secondly, the intersection of key climate issues that both theories indicate could occur. Finally, describe emerging adaptation efforts in Australia, and the United States and explore their relevance for the Canadian Water Management Context.

Current Agricultural Adaptation to Drought: Implications for Future Water and Resource Management Capacity Building

E. Wheaton*, G. Koshida, and V. Wittrock
* Saskatchewan Research Council, 306-933-8179,
wheaton@src.sk.ca,

Transitions from droughts to floods have occurred in major agricultural regions in Canada in the past seven years. These extreme events caused considerable negative impacts, and were costly and difficult to adapt to. Droughts and floods are expected to continue into the future with greater intensity and frequency. We need to know how to better adapt to extremes, such as droughts.

The Agricultural Drought Adaptation (ADA) project helps to address these vital information gaps. The project's purpose is to improve our understanding of current adaptation processes and options in Canadian agriculture. The 2001 and 2002 droughts that extended across Canada, are used as an analogue of future possible climate change stresses. These droughts also provide critical opportunities to improve the understanding of drought characteristics, determine the current adaptive capacity of agriculture and water resource sectors to severe droughts, estimate the effectiveness of

CLIMATE CHANGE

drought adaptations and processes involved in their implementation, , and assess the vulnerability of our major agricultural regions to severe droughts. We link ADA with other relevant projects, including the Canada Drought Research Initiative (DRI) and the Institutional Adaptation to Climate Change.

Documenting responses to recent severe droughts is an ideal method to estimate actual adaptive capacity. Project results have applications for several areas including regional-to-national climate adaptation assessments, as well as operations, planning and policy regarding drought, agriculture, and water resources. Lessons learned from this project can aid in decreasing Canada's vulnerability to future droughts through improved water and resource management.

Stratégies actuelles d'adaptation à la sécheresse : Incidences sur le renforcement futur de la capacité de gestion des ressources en eau

Des transitions d'états de sécheresse à des inondations se sont produites dans les principales régions agricoles du Canada au cours des sept dernières années. Ces épisodes extrêmes ont eu d'importantes répercussions négatives et se sont révélés très coûteux. On prévoit que les sécheresses et les inondations continueront à se produire et que leur intensité et leur fréquence augmenteront. Il est important de savoir comment mieux s'adapter aux conditions extrêmes, telles que les sécheresses.

Le projet Adaptation à la sécheresse agricole (ASA) vise à combler les lacunes actuelles dans les connaissances à ce sujet. Il a pour objectif de contribuer à notre compréhension des processus et options d'adaptation utilisés actuellement par l'industrie agricole canadienne. Les sécheresses de 2001 et de 2002, qui ont touché l'ensemble du Canada, sont utilisées pour décrire les stress potentiels futurs attribuables aux changements climatiques. Ces sécheresses nous offrent aussi l'occasion d'améliorer nos connaissances sur les

CLIMATE CHANGE

caractéristiques des sécheresses, de déterminer la capacité d'adaptation actuelle du secteur agricole et du secteur de la gestion des ressources en eau, de mesurer l'efficacité des stratégies d'adaptation aux sécheresses et des processus se rattachant à leur mise en œuvre, et enfin, de déterminer la vulnérabilité de nos principales régions agricoles aux sécheresses graves. Nous établissons des liens entre le projet ASA et d'autres projets pertinents, y compris l'Initiative canadienne de recherche sur les sécheresses et le projet Adaptation des institutions aux changements climatiques.

La documentation des réactions aux sécheresses graves récentes constitue une méthode idéale pour estimer la capacité d'adaptation réelle. Les résultats du projet trouveront des applications pratiques dans plusieurs domaines, y compris les évaluations de l'adaptation climatique aux niveaux régional et national ainsi que la planification et l'élaboration des politiques relatives aux sécheresses, à l'agriculture et aux ressources en eau. Les leçons apprises à la suite de ce projet pourront aider le Canada à réduire sa vulnérabilité aux sécheresses futures grâce à une meilleure gestion des ressources en eau.

Urban Water Supply and Demand Management in Arid and Semi-Arid Regions of Ethiopia using Forecasts of ENSO and LNSO Events

Getu Biftu, Anil Beersing*, and Les Sawatsky

* Golder Associates Ltd., 403-260-2236,
abeersing@golder.com

Climate drives the hydrologic water cycle. It determines how much water is available (supply) and how much water we need (demand) in the short- and long-term. The impacts of climate change or variability on the availability and supply of water have direct and indirect effects on a wide range of institutional, economic, and social factors. The arid and

CLIMATE CHANGE

semi-arid regions of Ethiopia experience significant moisture deficits and extreme climate regimes such as delays and/or shortfalls in seasonal precipitation. These factors pose significant challenges for the management of water supply in urban areas located in these regions.

Although it is difficult to predict the future direction of climate change or variability with confidence, there are indications from observed data that these regions may be becoming drier and warmer. Studies indicate that the precipitation variability in Ethiopia is closely related to the fluctuation of the global atmospheric circulation called Southern Oscillation (SO), which is triggered by Sea Surface Temperature (SST) anomalies during El Niño and La Niña events. The relationship between ENSO and LNSO events to meteorological and hydrological phenomena in Ethiopia suggests that general forecasts of the effects of these events can be made several months in advance. The results of the forecasts can then be incorporated into operational water supply management.

At the planning and design stages of urban water supply schemes, more robust and integrated water supply management plans can be developed from information on past extreme ENSO and LNSO events. The paper discusses various tools that can be used to mitigate the potential effects of future water deficit situations. These include design of water supply infrastructure for long-term sustainability; use of more flexible water allocations such as establishing temporary changes in operational rules based on expected changes in precipitation and runoff; and mitigation and adaptation measures such as preparing, issuing and publicizing ENSO and LNSO in a timely manner so that the public can take action to minimize the impacts of potentially disastrous effects.

Gestion de l'approvisionnement et de la demande en eau en région urbaine dans les régions arides et semi-arides de l'Éthiopie au moyen de la prévision des événements OAEN et OALN

CLIMATE CHANGE

Le climat est à la source du cycle hydrologique. Il détermine quelle quantité d'eau est disponible (offre) et quelle quantité est nécessaire (demande) à court terme et à long terme. Les répercussions des changements climatiques ou de la variabilité climatique sur la disponibilité de l'eau et l'approvisionnement en eau ont des incidences directes et indirectes sur une vaste gamme de facteurs institutionnels, économiques et sociaux. Les régions arides et semi-arides de l'Éthiopie connaissent des déficits hydriques considérables ainsi que des variations climatiques extrêmes, telles que des retards et/ou des insuffisances dans les précipitations saisonnières. Ces facteurs donnent lieu à des défis non négligeables en matière de gestion de l'approvisionnement en eau dans les régions urbaines situées dans ces régions arides et semi-arides.

Bien qu'il soit difficile de prédire avec certitude l'orientation future des changements climatiques ou de la variabilité climatique, certaines indications découlant des données observées permettent de penser que ces régions sont en voie de devenir plus arides et plus chaudes. Des études ont révélé que la variabilité des précipitations en Éthiopie est étroitement liée à la fluctuation de la circulation atmosphérique générale, appelée oscillation australe (OA), déclenchée par les anomalies liées à la température de la surface de la mer (Sea Surface Temperature ou SST) au cours des événements El Niño et La Niña. La relation entre, d'une part, les OA El Niño (OAEN) et La Niña (OALN) et, d'autre part, les phénomènes météorologiques et hydrologiques en Éthiopie donne à penser qu'il serait possible de prédire de façon générale les effets de ces événements plusieurs mois à l'avance. Les résultats de ces efforts prévisionnels pourront ensuite être intégrés à la gestion opérationnelle de l'approvisionnement en eau.

Aux étapes de la planification et de la conception des systèmes urbains d'approvisionnement en eau, il sera possible d'élaborer des plans plus solides et mieux intégrés de gestion de l'approvisionnement en eau en utilisant les données sur les événements OAEN et OALN extrêmes du

CLIMATE CHANGE

passé. Le présent article décrit différents outils qui pourront aider à atténuer les répercussions potentielles des situations futures de déficit hydrique : la conception d'une infrastructure d'approvisionnement en eau capable d'assurer la viabilité à long terme; le recours à des stratégies plus souples de répartition de l'eau, telles que l'établissement de modifications temporaires des règles opérationnelles en fonction des variations prévues des précipitations et des eaux de ruissellement; la mise en place de mesures d'atténuation et d'adaptation telles que la préparation et la diffusion en temps opportun d'avertissements sur les événements OAEN et OALN, de façon que les citoyens puissent prendre les mesures appropriées pour réduire au minimum des conséquences potentiellement désastreuses.

Projection of nonpoint source pollution under changing climatic conditions in the Great Lakes Basin

Bing Chen*, Xiaosheng Qin, Baiyu Zhang, and Gordon Huang

* Memorial University, St. John's, NL, 709-737-8958;
bingchen@engr.mun.ca

Pesticide pollution, a type of major nonpoint source pollution, has raised growing concerns recently. This paper examined the impacts of climate change on pesticide loss to surface water through a modeling study. An integrated modeling system which combined a distributed pesticide loss model with geographic information system (GIS), database, and climate change scenarios was proposed. It could predict pesticide loss through runoff under changing climatic conditions. A case study in the Great Lakes Basin was used to calibrate and verify the proposed system. The loss of atrazine, a widely used herbicide, in 2050 and 2100 was predicted under different climate change scenarios. With the global warming, the annual streamflow would augment by 3 to 5% and the total atrazine losses would also gradually

CLIMATE CHANGE

increase by 1.4 to 1.7%. The maximum concentrations of atrazine in river would be raised by 2.5 to 23%. It was also found that the wet season would always take the biggest share of pesticide-loss contribution to the river. A sensitive analysis disclosed that both of streamflow and pesticide concentration are more sensitive to temperature increase than decrease. This study is the first one to quantify the relationship between pesticide loss and climate change through a mathematic modeling system. The results can help more effectively assess climate-change impacts, manage pesticide practices, and control water pollution.

Projection de la pollution diffuse en fonction de conditions climatiques en évolution dans le bassin des Grands Lacs

La pollution par les pesticides, un important type de pollution diffuse, donne lieu à des préoccupations croissantes depuis peu. Le présent article examine les répercussions des changements climatiques sur la déperdition de pesticides vers l'eau de surface au moyen d'une étude par modélisation. L'article propose un système intégré de modélisation associant un modèle distribué de déperdition de pesticides à un système d'information géographique (SIG), à une base de données et à différents scénarios de changements climatiques. Ce système a permis de prédire la déperdition de pesticides par les écoulements de surface en fonction de conditions climatiques en évolution. Nous avons utilisé une étude de cas réalisée dans le bassin des Grands Lacs pour calibrer et vérifier le système proposé. La déperdition d'atrazine, un herbicide largement utilisé, d'ici 2050 et 2100 a été prédite en fonction de différents scénarios de changements climatiques. Avec le réchauffement climatique, l'écoulement fluvial annuel augmenterait de 3 à 5 p. 100, et la déperdition totale d'atrazine augmenterait également graduellement de 1,4 à 1,7 p. 100. Les concentrations maximales d'atrazine en rivière augmenteraient de 2,5 à 23 p. 100. Nous avons de plus constaté que la saison des pluies correspond à la plus grande part de déperdition de pesticides dans les rivières.

CLIMATE CHANGE

Une analyse de sensibilité a révélé que l'écoulement fluvial tout comme la concentration de pesticides sont plus sensibles à une augmentation de la température qu'à une diminution. Notre étude est la première à quantifier la relation entre la déperdition de pesticides et les changements climatiques au moyen d'un système de modélisation mathématique. Les résultats pourront aider à mieux évaluer les répercussions des changements climatiques, à mieux gérer l'utilisation des pesticides et à mieux contrôler la pollution des eaux.

Prairie Drought under Natural and Anthropogenic Climate Change

S. Lapp*, Barrie Bonsal, Dave Sauchyn

* University of Regina, lapp200s@uregina.ca

Drought events have been documented throughout the Prairie Province region during the historical meteorological record of the 20th century; however comparisons of the severity and spatial extent of the recent 2001 to 2002 drought event to previous droughts have not been undertaken. Using the Palmer Drought Severity Index (PDSI) as a drought indicator reveals that droughts of greater severity and duration occurred during the instrumental period of 1915 to 2002 in the early part of the 20th century (the 1920s and 1930s). Proxy data from tree ring records in western North America have extended the reconstruction of PDSI values to the 15th century and revealed droughts of greater magnitude and duration than observed during the instrumental period. Global Climate Models (GCMs) are projecting increases in annual mean temperature and changes to the seasonal distribution of precipitation, resulting in an increased risk of severe drought events. Future drought indices are calculated using a broad range of GCM-projected temperature and precipitation changes and compared to the record of historical and pre-

CLIMATE CHANGE

instrumental drought events. The results from this analysis are an initial step towards a better understanding of both past and future drought occurrence over the Canadian Prairies.

GROUNDWATER PROTECTION AND MANAGEMENT (GPM)

Use of groundwater from the Estevan Aquifer to supplement surface water supply of cooling water during drought

H. Maathuis and G. van der Kamp*

* National Water Research Institute, 306-975-5721,
garth.vanderkamp@ec.gc.ca

The Estevan Valley aquifer system in southeastern Saskatchewan is a major aquifer of the buried-valley type. The aquifer is at least 70 km long, up to 4 km wide and up to 80 m thick. The sand and gravel of which the aquifer consists are highly permeable and allow short-term pumping rates from individual wells exceeding 5 m³/min (2,500 dam³/year). Due to its potential as an abundant source of water in a dry region, the aquifer has been subject of several groundwater resource evaluations since the early 1960's. However, it is overlain by a 60–80 m thick aquitard composed mainly of clay-rich glacial till, which strongly limits recharge to the aquifer. Initial estimates of sustainable aquifer yield were in the range of 16,000 dam³/year, but a re-evaluation in 1985, based on a 29-day pumping test, put the sustainable yield in the range of 2,900 to 5,300 dam³/year.

In 1988 the Estevan region entered an extended dry period. Surface water supplies became insufficient to meet the cooling water needs of electric generating stations in the area. To maintain the required cooling water supply the Estevan Aquifer was pumped from 1988 and 1993 at an average annual rate of 3,750 dam³/a. Water level drawdown in the well field was in the 50–60 m range by the end of these 6 years of production pumping. At the Canada–US border, 23 km away from the center of the well field, the drawdown was 20 m. Drawdown-recovery analyses show that the long-term maximum sustainable aquifer yield is about 2,800 dam³/a and that recovery to within 10% of pre-pumping levels will take about two decades.

GROUNDWATER PROTECTION AND MANAGEMENT (GPM)

The Estevan Valley aquifer case history serves as a striking example of how groundwater can be used to supplement surface water supply during periods of water shortage in semi-arid regions. However it also demonstrates that groundwater resources in complex aquifer settings can only be reliably evaluated when the system is stressed for a long period of time and when long-term withdrawal and water level data are available. The extensive evaluation of the Estevan Aquifer, prior to its water supply being needed, was a critical prerequisite to its use when the need arose.

Utilisation de l'eau souterraine de l'aquifère Estevan pour suppléer à l'approvisionnement en eau de surface utilisée pour le refroidissement des centrales électriques en période de sécheresse

Le système aquifère de la vallée Estevan, dans le sud-est de la Saskatchewan, est un important aquifère du type « vallée enfouie ». L'aquifère fait au moins 70 km de longueur sur 4 km de largeur et sa profondeur peut atteindre 80 m. Le sable et le gravier composant l'aquifère sont particulièrement perméables et permettent des débits de pompage à court terme, dans les puits individuels, supérieurs à 5 m³/min (2 500 dam³/année). En raison de son potentiel à titre de source abondante d'eau dans une région sèche, l'aquifère a fait l'objet de plusieurs évaluations des ressources en eau souterraine depuis le début des années 1960. Malheureusement, l'aquifère est recouvert d'une couche semi-perméable de 60 à 80 m de profondeur composée principalement de till riche en argile, ce qui restreint considérablement sa capacité de recharge. Les estimations initiales situaient le rendement durable de l'aquifère à environ 16 000 dam³/année; toutefois, une réévaluation menée en 1985, à la suite d'un essai de pompage de 29 jours, le situe plutôt dans la plage des 2 900 à 5 300 dam³/année.

En 1988, la région de la vallée Estevan est entrée dans une longue période de sécheresse. L'approvisionnement en eau

GROUNDWATER PROTECTION AND MANAGEMENT (GPM)

de surface est devenu insuffisant pour satisfaire aux besoins en eau de refroidissement des centrales d'énergie électrique de la région. Afin de maintenir l'approvisionnement nécessaire en eau de refroidissement, l'aquifère Estevan a été pompé de 1988 à 1993 à un débit annuel moyen de 3 750 dam³. Le rabattement du niveau d'eau dans le champ de captage se situait dans la plage des 50 à 60 m à la fin de ces six années de pompage. À la frontière du Canada et des É.-U., à 23 km du centre du champ de captage, le rabattement se situait à 20 m. Les analyses de rétablissement du rabattement montrent que le rendement durable maximal à long terme de l'aquifère est d'environ 2 800 dam³/a, et qu'un rétablissement à 10 p. 100 au plus des niveaux précédant le pompage nécessitera environ deux décennies.

Le cas concret de l'aquifère de la vallée Estevan constitue un exemple frappant du recours à l'eau souterraine pour suppléer à l'approvisionnement insuffisant en eau de surface pendant les périodes de pénurie d'eau dans les régions semi-arides. Toutefois, il illustre également le fait que les ressources en eau souterraine, dans des contextes d'aquifère complexe, peuvent uniquement être évaluées de façon fiable lorsque le système est soumis à un stress pendant une longue période et lorsque des données à long terme sur le prélèvement et les niveaux d'eau sont disponibles. L'évaluation approfondie de l'aquifère Estevan, menée avant qu'il n'ait été nécessaire d'utiliser son approvisionnement en eau, constituait une condition préalable essentielle à son utilisation lorsque le besoin s'est manifesté.

**A surrogate-based nonlinear optimization method for
petroleum-contaminated groundwater remediation
management**

GROUNDWATER PROTECTION AND MANAGEMENT (GPM)

Li He* and Gordon Huang

* EVSE, Faculty of Engineering, University of Regina,
(306)585-1427, helix111@uregina.ca

Pump-and-treat system is a commonly used remediation technology for removing the petroleum contaminants in groundwater. System designers often need integrated simulation and optimization models to facilitate determining the optimum pumping strategies. However, a computation-effective and statistically reliable optimization model is extremely desired in practice problems. Therefore, an integrated simulation, statistical inference, and optimization method is proposed for the planning of petroleum-contaminated groundwater remediation process. To begin, the three-dimensional multiphase multicomponent simulator is run to generate sufficient statistical patterns for statistical inference. Secondly, a stepwise regression analysis is applied to acquire the surrogate models that will be used to replace the simulator. The obtained statistical surrogates are then incorporated into the optimization model to check if the groundwater environmental is satisfied. The developed method is applied to a petroleum-contaminated site in Western Canada for demonstrating its performance. The case study indicates that this optimization approach not only reduce the computation burdens, but also enhance the efficiency of the surrogates. The method may be practicable in dealing with system forecasting and decision-making problems for groundwater remediation management.

Une méthode d'optimisation non linéaire par substituts pour la gestion des stratégies de traitement de l'eau souterraine contaminée par le pétrole

Le système « pomper et traiter » est une technologie d'assainissement couramment utilisée pour retirer les contaminants d'origine pétrolière de l'eau souterraine. Les concepteurs de systèmes ont souvent recours à des modèles intégrés de simulation et d'optimisation pour faciliter la détermination des stratégies de pompage optimales, et un

GROUNDWATER PROTECTION AND MANAGEMENT (GPM)

modèle d'optimisation efficace sur le plan computationnel et fiable sur le plan statistique se révélera extrêmement utile pour la résolution de problèmes pratiques. Dans ce contexte, nous proposons une méthode intégrée de simulation, d'induction statistique et d'optimisation pour la planification des processus d'assainissement de l'eau souterraine contaminée par le pétrole. Dans un premier temps, on utilise le simulateur tridimensionnel multiphase à composants multiples de manière à obtenir suffisamment de formes statistiques pour en arriver à une induction statistique. Ensuite, une analyse de régression par degrés est exécutée pour obtenir les modèles substitués qui remplaceront par la suite le simulateur. Les substitués statistiques ainsi obtenus sont incorporés au modèle d'optimisation pour déterminer s'il est satisfait aux conditions environnementales de l'eau souterraine. La méthode a été testée sur un site contaminé de l'Ouest canadien en vue de démontrer son utilité. L'étude de cas indique que cette approche d'optimisation permet non seulement de réduire le fardeau computationnel, mais aussi d'accroître l'efficacité des substitués. La méthode pourrait se révéler utile pour les activités prévisionnelles et la résolution de problèmes décisionnels liés à la gestion des activités d'assainissement de l'eau souterraine.

Water and Sediment Geochemistry in the Mackenzie River Basin

Dirk de Boer*, Marlene S. Evans, Khawaja Faran Ali, Ryan Froess, Martin Davis, and Doug Halliwell

* University of Saskatchewan-Geography, 306-966-5671,
dirk.deboer@usask.ca

The Mackenzie River Basin occupies a total area of 1.8×10^6 km² or approximately 20 % of Canada's landmass, and accounts for 60 % of the freshwater flowing into the Arctic Ocean from Canada. Due to its location and low population

GROUNDWATER PROTECTION AND MANAGEMENT (GPM)

density, the basin remains a relatively isolated and pristine ecosystem. Demand for the region's rich mineral resources, however, has sharply risen, and the development of these resources has the potential to drastically change the northern environment. Data collected for the Mackenzie Gas Project (MGP) and other environmental monitoring programs provide insight into the current spatial patterns of water and sediment quality in the Mackenzie River and its tributaries, and may serve as a baseline to evaluate the environmental impacts of resource development and climate change. More detailed and long-term data collected along the Athabasca River as part of the Regional Aquatics Monitoring Program (RAMP) provide for similar investigations. Analysis of water samples collected for the MGP and RAMP impact assessment studies indicates a substantial variation in the physical-chemical properties of tributary and main stem waters which reflect differences in geological and watershed features. For example, there are numerous saline creeks in the Norman Wells area; tributary waters northeast of Inuvik are very low in conductivity and metals. Total and dissolved metal concentrations were generally higher at sampling sites in the Mackenzie delta and at sites where ground water influence may have been strong, e.g., the Donnelly River and the Saline River. Metal concentrations in bottom sediment, normalized to % total organic carbon, also exhibited significant spatial variation with higher concentrations at the Saline River, the Harris River, and in the Mackenzie River (RPR470). Overall, the geochemistry data indicate a significant difference in composition between the eastern tributaries draining the Canadian Shield and the generally larger western tributaries that drain the Rocky Mountains.

Géochimie de l'eau et des sédiments du bassin du fleuve Mackenzie

Le bassin du fleuve Mackenzie occupe une superficie totale de $1,8 \times 10^6$ km², soit environ 20 % de la masse terrestre du Canada, et il compte pour 60 % de l'eau douce se déversant

GROUNDWATER PROTECTION AND MANAGEMENT (GPM)

dans l'océan Arctique depuis le Canada. Étant donné son emplacement et la faible densité de population humaine, le bassin constitue un écosystème relativement isolé et vierge. Toutefois, la demande à l'égard des importantes ressources minérales qu'on trouve dans la région a grandement augmenté, et l'exploitation de ces ressources pourrait changer de façon considérable l'environnement du Nord. Les données recueillies pour le projet gazier Mackenzie (PGM) et d'autres programmes de surveillance de l'environnement donnent un aperçu du profil spatial de la qualité de l'eau et des sédiments dans le fleuve Mackenzie et ses affluents, et peuvent servir de fondement à l'évaluation des impacts environnementaux de l'exploitation des ressources et du changement climatique. Des données plus détaillées et à plus long terme recueillies le long de la rivière Athabasca, dans le cadre du *Regional Aquatics Monitoring Program* (Programme régional de surveillance de l'eau - RAMP), permettent de procéder à des études similaires. L'analyse d'échantillons d'eau prélevés aux fins des études d'évaluation d'impact du PGM et du RAMP indique une variation notable des propriétés physicochimiques de l'eau dans les affluents et le bras principal, ce qui rend compte de différences concernant les caractéristiques géologiques et les caractéristiques du bassin hydrologique. Par exemple, la région de Norman Wells compte de nombreux ruisseaux salins, et les eaux des affluents au nord-est d'Inuvik ont une conductivité très basse et contiennent très peu de métaux. Les concentrations de métaux totaux et dissous étaient généralement élevées dans les échantillons prélevés dans le delta du Mackenzie et à des sites où les eaux souterraines peuvent avoir eu une grande influence, par ex., la rivière Donnelly et la rivière Saline. Les concentrations de métaux dans les sédiments du fond, normalisées en fonction du pourcentage de carbone organique total, ont également affiché une variation spatiale importante, et des concentrations plus élevées ont été observées dans la rivière Saline, la rivière Harris et le fleuve Mackenzie (RPR470). Dans l'ensemble, les données géochimiques révèlent une différence importante au chapitre de la composition entre les affluents situés à l'est, qui drainent le

GROUNDWATER PROTECTION AND MANAGEMENT (GPM)

Bouclier canadien, et les affluents situés à l'ouest, généralement plus importants, qui drainent les montagnes Rocheuses.

Forensic Microbiological Determination of the Potential Impacts of Oil and Gas Wells on Neighbouring Water Wells in the Canadian Prairies

D. Roy Cullimore* and Lori Johnston

* Droycon Bioconcepts, Inc., 306-585-1762, DRC@dbi.ca

Oil and gas wells have the potential to impact the local groundwater systems with the products (primarily petroleum hydrocarbon and gases). Once these products enter into the ground water systems then there is a potential for neighbouring water wells to become impacted. This impact, when it occurs, involves the movement of the covertly released product from the oil and gas wells into the water wells. In this event, early signals of product impacts are likely to be microbiological in nature since the products would have been subjected to biochemical accumulation and degradative forces within the biomass encapsulating the well. This biomass consists of a concentric series of primarily bacterial consortia that are controlled by the reduction-oxidation shifts in the groundwater, and the regionalised or laminar hydraulic flows into the well; along with the construction and operation of the well. The location of these consortia can be monitored by the use of zones of interrogation projections (ZIP) determined by sequentially pumped sampling of ground water from the well using the BART tester systems and associated BART-SOFT software. Such biomass driven consortia generate natural filters through which the ground water passes into the well. These filters will effectively remove many fractions of any hydrocarbon products moving from a contaminating oil and gas well towards the water well. Chemical detection of these

GROUNDWATER PROTECTION AND MANAGEMENT (GPM)

contaminating fractions will only occur when the biomass consortia detected by the ZIP are saturated with the fractions and are not able to fulfill a degradative function, or the biomass enters a state of collapse. Examples are presented of the manner in which water wells can be monitored for the presence of biomass using examples from Alberta, Saskatchewan and New Brunswick. Forensic methods are described for the determination of bioaccumulated petroleum hydrocarbons through the disruption of the biomass consortia and recovery of fractions of the accumulated contaminants from within the biomass that has not degraded.

Détermination microbiologique des répercussions potentielles des puits de pétrole et de gaz sur les puits d'eau avoisinants dans les Prairies canadiennes

Les puits de pétrole et de gaz peuvent avoir des répercussions sur les systèmes locaux d'eau souterraine en raison de la dispersion de leurs sous-produits (principalement des hydrocarbures et gaz pétroliers). Lorsque ces produits atteignent les systèmes d'eau souterraine, il est possible que les puits d'eau avoisinants soient touchés. Dans cette situation, les premiers signes de contamination seront probablement de nature microbiologique, puisque les produits auront été exposés à une accumulation biochimique et à des forces de dégradation au sein de la biomasse encapsulant les puits. Cette biomasse se compose de séries concentriques de consortiums de nature principalement bactérienne qui sont contrôlés, d'une part, par les variations d'oxydo-réduction dans l'eau souterraine, d'autre part, par les écoulements hydrauliques localisés ou laminaires dans les puits, et enfin, par le type de construction et le mode d'exploitation des puits. Il est possible de trouver l'emplacement de ces consortiums en utilisant des zones de projection d'interrogation (ZIP) déterminées par le pompage séquentiel d'échantillons d'eau souterraine au moyen d'un système d'essai BART et du logiciel BART-SOFT. Les consortiums de biomasse génèrent des filtres naturels traversés par l'eau des puits. Ces filtres

GROUNDWATER PROTECTION AND MANAGEMENT (GPM)

suppriment de nombreuses fractions d'hydrocarbures pouvant passer d'un puits de pétrole ou de gaz à un puits d'eau. La détection chimique de ces fractions contaminantes est seulement possible lorsque le consortium détecté par méthode ZIP est saturé par les fractions et n'est pas en mesure d'exercer sa fonction de dégradation, ou lorsque la biomasse est en état d'affaissement. Notre article propose des méthodes permettant de surveiller la présence de biomasse dans les puits d'eau au moyen d'exemples en Alberta, en Saskatchewan et au Nouveau-Brunswick. L'article décrit de plus les méthodes de détermination des hydrocarbures pétroliers bioaccumulés par les ruptures des consortiums et la récupération des fractions des contaminants accumulés dans la biomasse qui n'ont pas été dégradés.

Leaching of three sulfonylurea herbicides under sprinkler irrigation

Allan J. Cessna*; J.A. Elliott; Jonathan Bailey

* Agriculture and Agri-Food Canada and Environment Canada National Hydrology Research Centre, (306) 975-5768, allan.cessna@ec.gc.ca

Sulfonylurea herbicides are widely applied on the Canadian prairies to control weeds in a variety of crops. Several sulfonylurea herbicides are mobile in soil and there is concern about their possible movement to ground water. In this study, the leaching potential of three sulfonylurea herbicides commonly used in prairie crop production was assessed. Thifensulfuron-methyl, tribenuron-methyl and rimsulfuron were applied to the soil surface of a 9-hectare tile-drained field which was then subjected to sprinkler irrigation using a centre pivot. The tile drain system, which varied in depth from 1.3 to 1.8 meters, was designed such that the field was divided into four equal quadrants and each

GROUNDWATER PROTECTION AND MANAGEMENT (GPM)

quadrant was individually tile-drained. Approximately 300 mm of irrigation water was applied over a 2-week period immediately following herbicide application. The centre pivot was programmed to make one complete pass over the field per day and to apply ~25 mm of irrigation water per pass. During this period, tile-drain effluent was collected daily and monitored for herbicide content. Water flow from the tile drains was also measured so that the total mass of herbicide lost from the field via the tile drains could be calculated. Total loss of each herbicide in the tile-drain effluent was < 0.1% of the amount applied.

Lessivage de trois herbicides à base de sulfonilurée par suite de l'irrigation par aspersion

Les herbicides à base de sulfonilurée sont abondamment utilisés dans les Prairies canadiennes à des fins de lutte contre les mauvaises herbes dans diverses cultures. Plusieurs herbicides contenant de la sulfonilurée sont mobiles dans le sol, et on s'inquiète de la possibilité qu'ils atteignent les eaux souterraines. La présente étude a consisté à évaluer le potentiel de lessivage de trois herbicides à base de sulfonilurée d'utilisation courante dans la production agricole au sein des Prairies. On a appliqué du thifensulfuron-méthyle, du tribenuron-méthyle ainsi que du rimsulfuron à la surface du sol dans un champ de 9 hectares drainé au moyen de tuyaux, qu'on a ensuite irrigué par aspersion à l'aide d'un arroseur rotatif. Le réseau de tuyaux destiné au drainage, dont la profondeur variait entre 1,3 et 1,8 mètre, était conçu de telle façon que le champ était subdivisé en quatre quadrants de taille égale drainés séparément. On a fourni environ 300 mm d'eau d'irrigation au cours de la période de deux semaines suivant l'application d'herbicide. L'arroseur rotatif était programmé pour faire un tour complet du champ par jour et fournir ~ 25 mm d'eau d'irrigation par passage. Tout au long de la période, on a effectué des prélèvements quotidiens de l'effluent du réseau de drainage pour en surveiller la teneur en herbicide. On a également mesuré le débit d'eau à la

GROUNDWATER PROTECTION AND MANAGEMENT (GPM)

sortie des tuyaux de manière à pouvoir calculer la masse totale d'herbicide s'étant échappée du champ par les tuyaux de drainage. Pour chacun des herbicides, la quantité totale de pertes par le réseau de drainage était inférieure à 0,1 % de la dose appliquée.

Minimising contamination during groundwater recharge in Uganda

James Mwami*

* Food for the Hungry International, 256-782-952991,
jamesmwami@yahoo.co.uk

Despite an abundance of surface water in Uganda (18% of the land area), the predominantly rural (>70%) population relies almost exclusively on groundwater for a portable water supply. This dependence arises from the more widespread occurrence, superior quality and reduced susceptibility to contamination, of groundwater supplies compared to surface water resources. As a result, provision of safe water to rural communities in Uganda has depended primarily upon the construction of wells and protection of spring discharges.

In Uganda, as with other regions in equatorial Africa, featuring extensive, weathered crystalline rocks, often referred to as the "basement complex" ground water development has targeted two main aquifer units: a deep aquifer of fractured bedrock and a shallow, muddy-sand aquifer comprising of detrital bedrock and alluvium. This paper depicts a case study taken in east and central Uganda. Particular attention has recently been directed at developing the shallow-well aquifer since the formation is less costly to develop and a recent study has found it to be more productive than the deeper, bedrock aquifer. However, monitoring of water quality in south eastern Uganda, a region of intense shallow-well development, shows that within

GROUNDWATER PROTECTION AND MANAGEMENT (GPM)

months of installation shallow groundwater commonly exhibit levels of coliform bacteria and nitrate exceeding W.H.O. health guidelines.

Human and livestock waste excreted in pit latrines, over land or in open-pit wells, called "scoop wells" may contain worms, protozoa, bacteria and viruses that if consumed, can lead to the contraction of hepatitis, typhoid, cholera and a variety of diarrhoea diseases. Wells and springs harvesting shallow groundwater are generally protected from these pathogens by a granular soil matrix which both filters bacteria, protozoa and worms due to their relatively large diameter (>0.5 µm) in relation to the aquifer material, and adsorbs smaller viruses (0.07 µm to 0.7 µm) on account of their strong, negative surface charge. Despite this cleansing capacity, the presence of coliform group of bacteria in groundwater indicates that faecal contamination has occurred.

The practice of siting shallow wells in the vicinity of existing scoop wells has been identified as a probable source of faecal contamination too shallow wells in Mukono District of South Eastern Uganda. Simulations of groundwater flow in the shallow aquifer indicate that a well head protection area of 60m between wells and contaminant sources such as scoop wells, pit latrines and swamps is required to ensure the sustainability of this vital, potable source of water to rural communities.

Réduction au minimum des risques de contamination à l'occasion de la recharge des eaux souterraines en Ouganda

Malgré une abondance d'eau de surface en Ouganda (18 p. 100 de la superficie totale), la population, essentiellement rurale (> 70 p. 100), compte presque exclusivement sur les eaux souterraines pour son approvisionnement en eau. Cette dépendance découle de la plus grande disponibilité des ressources en eaux souterraines, de leur qualité supérieure et de leur

GROUNDWATER PROTECTION AND MANAGEMENT (GPM)

susceptibilité moindre à la contamination, en comparaison des eaux de surface. Pour ces raisons, l'approvisionnement des collectivités rurales ougandaises en eau potable dépend principalement du creusage de puits et de la protection des sources.

En Ouganda, comme dans plusieurs autres régions de l'Afrique équatoriale riches en roches cristallines météorisées, le développement des eaux souterraines cible deux principaux types d'aquifères : un aquifère profond composé d'un sous-sol rocheux fracturé, et un aquifère de sable boueux peu profond composé d'un sous-sol détritique et d'alluvions. Le présent article décrit une étude de cas réalisée dans l'est et le centre de l'Ouganda. On s'est intéressé récemment au développement de l'aquifère peu profond, puisque les puits de surface associés sont moins coûteux à construire et qu'une étude récente a démontré que cet aquifère est plus productif que l'aquifère plus profond du sous-sol rocheux. Toutefois, la surveillance de la qualité de l'eau dans le sud-est du pays, une région d'intense développement de puits de surface, montre que quelques mois seulement après le creusage, la nappe phréatique peu profonde comporte des taux d'organismes coliformes et de nitrate en excès des lignes directrices de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS).

Les déchets animaux et humains excrétés dans les latrines à fosse, sur les terres ou dans des puits à ciel ouvert peuvent contenir des vers, protozoaires, bactéries et virus dont la consommation humaine peut mener à l'hépatite, à la fièvre typhoïde, au choléra et à différentes maladies diarrhéiques. Les puits et les sources d'eau souterraine peu profonds sont en général protégés contre ces organismes pathogènes par une matrice granulaire capable, d'une part, de filtrer les bactéries, protozoaires et vers en raison de leur diamètre relativement important ($> 0,5 \mu\text{m}$) en comparaison du matériel de l'aquifère et, d'autre part, d'adsorber les virus plus petits ($0,07$ à $0,7 \mu\text{m}$) grâce à leur puissante charge de surface négative. Malgré cette capacité de filtrage, la

GROUNDWATER PROTECTION AND MANAGEMENT (GPM)

présence de bactéries de type coliforme dans les eaux souterraines indique une contamination fécale.

On a déterminé que la pratique consistant à creuser des puits de surface non loin de latrines à fosse constitue une source probable de contamination fécale dans les puits de surface du district Mukono, dans le sud-est de l'Ouganda. Des simulations de l'écoulement souterrain dans l'aquifère peu profond indiquent qu'il est nécessaire de créer une aire de protection minimale de 60 m entre un puits et les sources de contaminants avoisinantes, telles que les latrines à fosse et les marécages, de manière à assurer la viabilité de cette source vitale d'eau potable pour les collectivités rurales.

Drainage of Prairie Wetlands and Groundwater Recharge: a Question of Integrated Water Management

Garth van der Kamp*, and Masaki Hayashi
* Environment Canada, 306-975-5721,
garth.vanderkamp@ec.gc.ca;

In the northern prairie region the issue of wetland drainage and its impact on groundwater resources can be viewed from the perspective of integrated management of surface water and groundwater. Prairie wetlands (also known as "potholes" or "sloughs") have been shown to be focal points for groundwater recharge. Hence the groundwater recharge function of the wetlands is an important consideration with respect to the potential impacts of wetland drainage. A review of prairie hydrogeology and the hydrology of prairie wetlands shows clearly that most of the groundwater recharge from wetlands goes to satisfy evapotranspiration from the moist riparian margins of the wetlands and serves to maintain the lush "willow ring" vegetation that surrounds many potholes. Due to the low permeability of the clay-rich glacial tills that underlie almost all the wetlands, only a small

GROUNDWATER PROTECTION AND MANAGEMENT (GPM)

portion of the recharged water flows to underlying regional aquifers, if any are present. Wetland drainage has a large impact on the shallow groundwater around the wetlands, but generally has little effect on underlying regional aquifers other than perhaps a slight lowering of the groundwater levels – so slight that it cannot be identified in long-term observation well records. Recharge from wetlands could be important in areas where regional aquifers occur at shallow depths and have a water table that lies deep below the ground surface. In such cases the recharge to the aquifer may be sensitive to wetland conditions and could in principle be reduced significantly by extensive wetland drainage. Some examples of such areas have been identified and in these cases the impacts of wetland drainage on groundwater is an important factor in the joint management of groundwater and surface water.

Drainage des milieux humides et recharge des eaux souterraines dans les Prairies : Une question de gestion intégrée de l'eau

Dans le nord des Prairies, la question du drainage des milieux humides et de ses répercussions sur les ressources en eaux souterraines peut être abordée depuis le point de vue de la gestion intégrée des eaux de surface et des eaux souterraines. On a démontré que les milieux humides des Prairies (également nommées « îlots de milieux humides » ou « marécages ») constituent un élément essentiel de la recharge des eaux souterraines. Par conséquent, la fonction de recharge des eaux souterraines dans les milieux humides est une importante considération en ce qui concerne les répercussions potentielles du drainage des milieux humides. Un examen de l'hydrogéologie des Prairies et de l'hydrologie des milieux humides dans ces régions démontre clairement qu'en majeure partie, la recharge des eaux souterraines dans les milieux humides vise à satisfaire l'évapotranspiration depuis les marges riveraines humides des milieux humides et à maintenir la riche végétation autour des nombreux îlots. En raison de la faible perméabilité du sol alluvial glaciaire riche en argile que l'on trouve sous la

GROUNDWATER PROTECTION AND MANAGEMENT (GPM)

plupart des milieux humides, seule une faible portion de l'eau rechargée s'écoule jusqu'aux aquifères régionaux sous-jacents, lorsque ces derniers sont présents. Le drainage des milieux humides a d'importantes répercussions sur la nappe phréatique peu profonde autour des milieux humides, mais a peu d'effet, en général, sur les aquifères régionaux sous-jacents, sauf peut-être pour ce qui est d'un léger fléchissement du niveau des eaux souterraines (si léger qu'il ne peut pas être mesuré au moyen des données d'observation des puits à long terme). La recharge depuis les milieux humides pourrait être particulièrement importante dans les régions où les aquifères régionaux sont peu profonds et comportent une surface libre située profondément sous la surface du sol. Dans ces situations, la recharge de l'aquifère peut être sensible aux conditions du milieu humide et pourrait, en principe, être réduite considérablement par un drainage intensif des milieux humides. Des exemples de tels milieux sont présentés dans l'article et, dans ces cas, les répercussions du drainage des milieux humides sur les eaux souterraines constituent un facteur important dans la gestion conjointe des eaux souterraines et des eaux de surface.

Challenges in Maintaining and Managing Water Well Supplies

Harry Rohde*

* Agriculture and Agri-Food Canada, 306-780-8142,
rohdeh@agr.gc.ca

Water wells are the primary water supply source for most rural residents in Canada and maintaining a reliable quantity and quality of water is vital in sustaining the rural sector. However, wells are often managed with an install and forget attitude, which leads to a poor understanding of the conditions that cause many of the water well problems, and

GROUNDWATER PROTECTION AND MANAGEMENT (GPM)

when problems do arise, inappropriate remedial actions are often applied. The Prairie Farm Rehabilitation Administration (PFRA) of Agriculture and Agri-Food Canada (AAFC) has created the Sustainable Water Well Initiative (SWWI) to provide improved knowledge on the diagnosis, prevention and remediation of water well problems. Both laboratory and field studies have been initiated to develop improved monitoring and preventative maintenance procedures, and to improve management practices within well capture zones that promote the sustainable use of water well supplies. A key element is to investigate and promote practices that will protect water well supplies from contamination and premature well failure and replacement. Although advances were made as a result of these studies, challenges still exist in dealing with biofouled wells. One of challenges is to determine the manner in which well treatments can be applied to more effectively reduce biofilms to particle sizes that can be easily mobilized and removed. PFRA is also investigating innovative methods to control or arrest biofilm development around a well. Another challenge is to establish diagnostic procedures for well owners that will signal when remedial action is required. In addition, rural wells need to be designed and constructed in order to facilitate monitoring, as well as the early application of preventative maintenance procedures or well treatments. A collaborative effort between government agencies, research institutions, the groundwater industry and the rural sector is necessary to address these and future challenges.

Défis liés au maintien et à la gestion de l'approvisionnement en eau de puits

Les puits d'eau constituent la principale source d'approvisionnement en eau pour la majorité des résidents ruraux au Canada, et le maintien d'une quantité et d'une qualité appropriées d'eau est absolument essentiel pour le secteur rural. Pourtant, la gestion des puits est souvent assujettie à une attitude du style « on installe et on oublie », qui donne lieu à une mauvaise compréhension des

GROUNDWATER PROTECTION AND MANAGEMENT (GPM)

conditions qui mènent à un grand nombre de problèmes d'eau de puits ainsi qu'à la sélection de mesures correctives inappropriées lorsque des problèmes se manifestent réellement. L'Administration du rétablissement agricole des Prairies (ARAP), d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC), a créé le Projet de puits pour un approvisionnement durable en eau (PPADE) afin d'améliorer les connaissances sur le diagnostic, la prévention et la correction des problèmes de puits d'eau. Des études en laboratoire et sur le terrain ont été menées en vue d'élaborer des procédures améliorées de surveillance et d'entretien préventif et d'améliorer les pratiques de gestion dans les zones de captage des puits de manière à promouvoir l'utilisation durable de l'approvisionnement en eau de puits. Un élément clé consiste à analyser et à promouvoir des pratiques qui permettront de protéger les puits d'eau contre la contamination et contre la défaillance et le remplacement prématurés des puits. Bien que des progrès aient été réalisés à la suite de ces études, il reste encore des défis à relever dans le cas des puits encrassés par des matières d'origine biologique. L'un de ces défis consiste à déterminer une stratégie d'application des traitements de manière à réduire avec plus d'efficacité les biofilms en particules aisément supprimables. L'ARAP évalue également diverses méthodes novatrices permettant de contrôler ou de stopper le développement de biofilms autour des puits. Un autre défi consiste à élaborer des procédures de diagnostic qui permettront aux propriétaires de puits de déterminer le moment où il est nécessaire de prendre des mesures correctives. Enfin, les puits ruraux doivent être conçus et construits de manière à faciliter leur surveillance ainsi que la mise en œuvre de procédures d'entretien préventif ou de traitement. Il sera nécessaire de susciter un effort de collaboration entre les organismes gouvernementaux, les établissements de recherche, l'industrie des eaux souterraines et le secteur rural afin de pouvoir relever ces défis et les défis à venir.

GROUNDWATER PROTECTION AND MANAGEMENT (GPM)

Leaching From Arsenic-Bearing Solid Residuals under Landfill Conditions

Mohammed Keshta*

* University of Arizona, 520-626-5133,
mkeshta1@hotmail.com

Arsenic is a contaminant of concern at some of the largest contaminated sites in North America. It has attracted much attention as a result of documented increases in both cancerous and non-cancerous diseases in human populations exposed to arsenic in drinking water at concentrations greater than 100 ppb. However, there has yet to be a reported incidence in the scientific or medical literature of arsenosis in populations exposed to elevated concentrations in soil. The research effort of my project focused on two broad themes of 1- evaluating the appropriateness of the Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP) and other batch leaching tests for the measurements of arsenic leaching potential from arsenic bearing solid residuals (ABSRs). 2- investigate the various processes that might act individually or in tandem in non-hazardous, mixed solid waste(MSW) landfills to cause leaching and mobilization of arsenic from ABSRs. The TCLP has been in use for over two decades as the primary standard protocol for evaluating the leaching hazard posed by ABSRs. This is despite the fact that arsenic is sorbed on the treatment solids in a state, which is critically different from the chemical state of the sorbed metals for which the TCLP was designed. Because of the large mass of a known carcinogens involved, it is critically important to evaluate and understand the various physical/chemical/microbiological conditions that would cause leaching of arsenic from the ABSRs under landfill conditions. To have a better insight of the various phenomena at play during arsenic leaching from ABSRs in landfill environment, a landfill like conditions were established inside a flow through column reactors and arsenic laden Granulated Ferric Hydroxide (GFH) was

GROUNDWATER PROTECTION AND MANAGEMENT (GPM)

subjected to leaching under anaerobic conditions. It is demonstrated that in a high organic, reducing, anaerobic environment, both iron and arsenic are susceptible to reduction and mobilization. Results indicate that arsenic and iron mobilization can occur by reductive dissolution of Fe(III) to soluble Fe(II) thereby mobilizing both iron and arsenic sorbed onto the Fe(III) surfaces, b) direct biological reduction of either sorbed or dissolved As(V) to As(III), which would be less sorbed to the iron surface and hence more mobile, c) de-flocculation of GFH into micron and sub-micron sized particulates which mobilizes both iron and arsenic in the particulate phase and in association with each other. In two and half years of leaching duration, 69% of the iron leached out while in the same period of time only 49% of the arsenic is mobilized in the leachate. This progressive increase in surface concentration of the sorbed arsenic, during early phases of column operation leads to an increased arsenic mobilization at a later date. Particulate and colloidal transport is about 4-5 times more than transport in the dissolved phase, especially during the early, most aggressive leaching period.

Lixiviation de résidus solides contenant de l'arsenic dans des conditions de décharge

L'arsenic est un contaminant préoccupant sur certains des plus importants sites contaminés en Amérique du Nord. Il a attiré beaucoup l'attention à la suite d'une augmentation documentée du nombre de maladies cancéreuses et non cancéreuses chez des populations humaines exposées à la présence d'arsenic dans l'eau potable à des concentrations supérieures à 100 parties par milliard. Néanmoins, ni la littérature scientifique ni la littérature médicale n'ont signalé une incidence notable d'arsenose chez les populations exposées à des concentrations élevées dans le sol. Notre projet de recherche était axé sur deux thèmes généraux : 1) l'évaluation de la pertinence de la procédure TCLP (Toxicity Characteristic Leaching Procedure) et d'autres essais de lixiviation par lots pour la mesure du potentiel de

GROUNDWATER PROTECTION AND MANAGEMENT (GPM)

lixiviation de l'arsenic depuis des résidus solides contenant de l'arsenic (RSCA), et 2) l'examen des différents processus pouvant provoquer, individuellement ou en groupe dans les décharges à déchets solides mixtes (DSM) non dangereux, la lixiviation et la mobilisation de l'arsenic depuis les RSCA. La procédure TCLP est utilisée depuis plus de deux décennies à titre de protocole standard primaire pour l'évaluation du risque de lixiviation posé par les RSCA. Pourtant, l'arsenic est sorbé dans les solides de traitement dans un état totalement différent de l'état chimique des métaux sorbés pour lesquels la procédure TCLP avait été conçue. En raison de l'importante masse d'un cancérigène connu en cause, il est extrêmement important de pouvoir évaluer et comprendre les différentes conditions physiques, chimiques et microbiologiques pouvant entraîner la lixiviation de l'arsenic depuis les RSCA dans des conditions de décharge. En vue de mieux comprendre les différents phénomènes menant à la lixiviation de l'arsenic depuis des RSCA dans un environnement de décharge, nous avons recréé des conditions similaires à celles d'une décharge à l'intérieur de réacteurs à colonnes dans lesquels de l'hydroxyde ferrique granulé (GFH) contenant de l'arsenic a été soumis à la lixiviation dans des conditions anaérobies. On a démontré que dans un environnement anaérobie réducteur hautement organique, le fer et l'arsenic sont tous deux susceptibles à la réduction et à la mobilisation. Les résultats indiquent que la mobilisation de l'arsenic et du fer peut se produire à la suite de la dissolution réductrice du Fe(III) en Fe(II) soluble, ce qui entraîne : a) la mobilisation à la fois du fer et de l'arsenic sorbé sur les surfaces du Fe(III) ; b) la réduction biologique directe de l' As(V) sorbé ou dissous en As(III) , qui serait moins sorbé sur la surface du fer et donc plus mobile; c) la défloculation du GFH en particules de tailles microniques et submicroniques qui mobilisent à la fois le fer et l'arsenic dans la phase particulaire et en association l'un avec l'autre. Après deux ans et demi de lixiviation, 69 p. 100 du fer est lixivié, tandis que seulement 49 p. 100 de l'arsenic est mobilisé dans le lixiviat. Cette augmentation progressive de la concentration de surface de l'arsenic sorbé, au cours des premières phases de réaction en

GROUNDWATER PROTECTION AND MANAGEMENT (GPM)

colonne, mène à une mobilisation accrue de l'arsenic à une date ultérieure. Le transport des particules et le transport colloïdal sont environ quatre à cinq fois plus prononcés que le transport au cours de la phase de dissolution, tout particulièrement au cours de la période de lixiviation précoce, qui est la plus agressive.

INSTITUTIONAL ADAPTATIONS TO CLIMATE CHANGE (IACC)

Assessing the Vulnerability of Prairie Communities' Water Supply

V. Wittrock*, E. Wheaton, S. Kulshreshtha
* Saskatchewan Research Council, 933-8122,
wittrock@src.sk.ca

The Institutional Adaptation to Climate Change project is designed to “develop a systematic and comprehensive understanding of the technical and social capacities of regional institutions to formulate and implement strategies of adaptation to climate change risks and the forecast impacts of climate change on the supply and management of water resources in dryland environment”. The purpose of our part of the project is to investigate the impacts of the 2001 and 2002 droughts on rural communities using Cabri, Stewart Valley, Outlook, Taber and Hanna as examples. Drought impacts are assessed in terms of bio-physical changes and economic changes observed during the 2001 and 2002 droughts. Impacts and adaptation information was summarized for several groups including business and residents of the towns, water utility managers, tourism industry, and livestock and grain producers. The success of the adaptation options used was described and reasons provided.

The communities have different water sources and uses, but much of the economic viability of the communities depends on agriculture. Taber and Outlook use irrigation to support the agricultural sector. The communities of Cabri and Stewart Valley tend to use mixed farming, while the Hanna area has a large livestock industry. The result is each has differing water needs.

All of the areas experienced the droughts of 2001 and 2002, although the degree of their exposure was different. Among the bio-physical impacts of the drought were decreased stream flow, minimal recharge to groundwater and one-quarter full dugouts. Economic impacts included decrease in total crop revenues and decrease in non-agricultural

INSTITUTIONAL ADAPTATIONS TO CLIMATE CHANGE (IACC)

business due to the negative impact on the agricultural sector. Impacts differed considerably in some cases, because of different drought exposures, economic activities, and adaptations. These examples are a stern reminder that water scarcity is a critical limiting factor to productivity, growth and quality of life. This approach offers critical lessons for improved adaptation to water scarcity.

Évaluation de la vulnérabilité de l'approvisionnement en eau des collectivités des Prairies

Le projet Adaptation des institutions aux changements climatiques a été mis sur pied pour « en arriver à une compréhension systématique et exhaustive des capacités techniques et sociales des institutions régionales de formuler et de mettre en œuvre des stratégies d'adaptation aux risques liés aux changements climatiques et aux répercussions prévues de ces changements sur les ressources en eau et leur gestion dans les milieux arides ». Notre partie du projet a pour objectif d'étudier les répercussions des sécheresses de 2001 et de 2002 sur les collectivités rurales, en utilisant les municipalités de Cabri, Stewart Valley, Outlook, Taber et Hanna à titre d'exemples. Les répercussions sont évaluées en fonction des changements biophysiques et économiques observés à l'occasion des sécheresses de 2001 et de 2002. Les données sur les répercussions et sur l'adaptation ont été regroupées pour plusieurs groupes, notamment les entreprises et les résidents des municipalités, les gestionnaires des services d'eau, l'industrie du tourisme ainsi que les éleveurs et les producteurs de céréales. Le succès des options d'adaptation utilisées a été décrit, et les justifications appropriées ont été fournies.

Chaque collectivité dispose de ses propres sources d'eau et les utilise à ses propres fins; néanmoins, une grande partie de la viabilité économique de ces collectivités dépend de l'agriculture. Les municipalités de Taber et d'Outlook ont recours à l'irrigation pour soutenir leur secteur agricole. Les

INSTITUTIONAL ADAPTATIONS TO CLIMATE CHANGE (IACC)

collectivités de Cabri et de Stewart Valley favorisent une agriculture mixte, tandis que la région de Hanna comporte une importante industrie d'élevage. Ainsi, les besoins en eau de chaque collectivité sont différents.

Toutes les régions ont été exposées aux sécheresses de 2001 et de 2002, bien que le degré d'exposition a été différent pour chacune. Parmi les répercussions biophysiques des sécheresses, on a constaté des débits de cours d'eau réduits, une recharge minimale des eaux souterraines et des mares-réservoirs remplies au quart seulement. Les répercussions économiques comprenaient un fléchissement des revenus totaux liés aux récoltes et une réduction des activités non agricoles en raison des répercussions négatives sur le secteur agricole. Les répercussions étaient très différentes dans certains cas en raison des niveaux différents d'exposition à la sécheresse, d'activité économique et d'adaptation. Ces exemples nous rappellent que la rareté de l'eau constitue un facteur limitatif critique pour la productivité, la croissance et la qualité de vie. Notre approche permet de cerner des leçons critiques pour améliorer les stratégies d'adaptation à la rareté de l'eau.

Variability in the hydroclimate of the Elqui and South Saskatchewan River Basins

Dave Sauchyn*, Melitta Fiebig, Elaine Wheaton, Jonathan Barichivich, Suzan Lapp and Virginia Wittrock

* Prairie Adaptation Research Collaborative, University of Regina, sauchyn@uregina.ca

The Institutional Adaptation to Climate Change (IACC) project is examining the institutional capacity for adaptation to climate change in the Elqui River basin of northern Chile and the South Saskatchewan River basin (SSRB) of Alberta and Saskatchewan. Nearly all the components of this multi-

INSTITUTIONAL ADAPTATIONS TO CLIMATE CHANGE (IACC)

disciplinary project require information on the variability of water resources in the two basins and the potential impacts of climate change. Concurrent research by colleagues in both countries is supplying critical information on the future climate and water supplies. These climate impact assessments provide scenarios of expected shifts in mean hydroclimatic and water supplies. The IACC project also requires information of higher resolution, from both a spatial and temporal perspective. The project evaluation of vulnerability and adaptive capacity is at the community scale. For this reason, and given the topographic complexity of the Elqui River basin and the upper reaches of the SSRB, we are downscaling climate change scenarios using statistical and dynamical methods. We also need higher temporal resolution than mean conditions for the 30-year time slices, the typical scenarios derived from global climate models. Therefore we are deriving scenarios of hydroclimate variability from global and regional climate models. Since there is much less certainty associated with these higher-resolution model outputs, we also are developing historical scenarios of climate variability in both river basins using tree-rings. These proxy records extend over the past 700 years and reveal strong periodicity in the hydroclimate of both regions. These cycles of wet and dry spells will underlie the future trends caused by global warming.

Variabilité de l'hydroclimat dans les bassins des rivières Elqui et Saskatchewan Sud

Le projet Adaptation des institutions aux changements climatiques (AICC) examine la capacité des institutions de s'adapter aux changements climatiques dans le bassin de la rivière Elqui, dans le nord du Chili, ainsi que dans le bassin de la rivière Saskatchewan Sud (BRSS), en Alberta et en Saskatchewan. La grande majorité des composantes de ce projet multidisciplinaire nécessitent de l'information sur la variabilité des ressources en eau dans les deux bassins et sur les répercussions potentielles des changements climatiques. Les recherches menées simultanément par des

INSTITUTIONAL ADAPTATIONS TO CLIMATE CHANGE (IACC)

collègues des deux pays fournissent des données critiques sur le climat et les approvisionnements en eau futurs. Les évaluations des répercussions sur le climat permettent d'élaborer des scénarios décrivant les variations prévues des valeurs hydroclimatiques moyennes et des approvisionnements en eau. Le projet AICC nécessite aussi des données comportant une résolution plus élevée, tant sur le plan spatial que temporel. L'évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation se fait à l'échelle de la collectivité. Pour cette raison et étant donné la complexité topographique du bassin de la rivière Elqui et des parties supérieures du BRSS, nous réduisons la résolution des scénarios de changements climatiques au moyen de méthodes statistiques et dynamiques. Enfin, nous avons besoin d'une résolution temporelle supérieure à celle normalement offerte par les scénarios types dérivés des modèles climatiques globaux, soit les conditions moyennes pour une tranche de temps de 30 ans. Nous élaborons donc des scénarios de variabilité hydroclimatique depuis des modèles climatiques globaux et régionaux. Comme le niveau de certitude associé à ces sorties de modèle à résolution élevée est beaucoup plus faible, nous élaborons également des scénarios historiques de la variabilité climatique dans les deux bassins fluviaux au moyen des anneaux de croissance des arbres. Ces relevés climatiques indirects couvrent une période de plus de 700 ans et révèlent une forte périodicité des hydroclimats dans les deux régions. Ces cycles de périodes pluvieuses et de périodes sèches sous-tendent les tendances futures liées au réchauffement climatique.

Local Institutions and Adaptation to Climate-Induced Water Problems

Harry Diaz* and Susana Prado

* Department of Sociology and Social Studies, University of Regina, 306-585-4151, harry.diaz@uregina.ca

In spite of the growing consensus regarding the importance of human-induced global warming and its impact upon water

INSTITUTIONAL ADAPTATIONS TO CLIMATE CHANGE (IACC)

resources, there is still a limited understanding of the coping capacity of rural communities to climate-induced water scarcities and the role that local institutions –such as local government and social capital-- could play in reducing the communities' vulnerability to climate events. This knowledge gap constrains the possibilities of designing and implementing appropriate instruments for communities to deal with climate change and water scarcities. The presentation discusses the roles that both formal and informal institutions play in fostering the adaptive capacity of rural households using a comparative study of rural communities in two river basins, the South Saskatchewan River Basin (SSRB) in western Canada and the Elqui River Basin (ERB) of north-central Chile.

Institutions locales et adaptation aux problèmes de pénurie d'eau d'origine climatique

Malgré le consensus de plus en plus large quant à l'importance du réchauffement climatique anthropique et à ses répercussions sur les ressources en eau, nous ne comprenons toujours pas entièrement la capacité d'adaptation des collectivités rurales aux problèmes de pénurie d'eau d'origine climatique et le rôle que les institutions locales – telles que les gouvernements locaux et le capital social – peuvent jouer dans la réduction de la vulnérabilité des collectivités à l'égard des épisodes climatiques. Cette lacune dans les connaissances restreint les possibilités en matière de conception et de mise en œuvre d'instruments appropriés qui pourraient aider les collectivités à s'adapter aux changements climatiques et à la rareté grandissante de l'eau. La présentation aborde les rôles joués par les institutions, tant formelles qu'informelles, pour renforcer la capacité d'adaptation des ménages ruraux, au moyen d'une étude comparative des collectivités rurales dans deux bassins hydrographiques : le bassin de la rivière Saskatchewan Sud, dans l'Ouest canadien, et le bassin de la rivière Elqui, dans le Centre-Nord du Chili.

INSTITUTIONAL ADAPTATIONS TO CLIMATE CHANGE (IACC)

Water Stress Management in Special Areas of Alberta

Johanna Wandel* and Gwendolynne Young

*Geography, University of Guelph, jwandel@uoguelph.ca

This paper outlines contemporary water stress and its management in the Special Areas of Alberta. The Special Areas Board was originally set up as a response to drought, and still plays a large role in managing land and water in light of moisture stress. Other key institutional actors in water management in the region include the Prairie Farm Rehabilitation Administration, Atco Power and the Henry Kroeger Water Commission. A case study in Special Area 2, centered on the Town of Hanna, outlines actual adaptation strategies which have been implemented from the individual to the regional scale, including shift in the orientation of farm businesses, the construction of potable water pipelines and shallow water pipelines for dugout recharge, use of community pastures and re-use of industrial cooling water from Sheerness thermal generating station for recreation, irrigation, and livestock watering. The paper concludes with an assessment of the current role of the Special Areas Board in managing anticipated drought frequency and changes in seasonal moisture availability.

Gestion du stress hydrique dans les zones spéciales de l'Alberta

Le présent article décrit le stress hydrique contemporain et sa gestion dans les zones spéciales de l'Alberta. Le Special Areas Board avait initialement été mis en place en réaction à des épisodes de sécheresse, et il joue toujours un rôle important dans la gestion des terres et des eaux en matière de stress hygrométrique. Les autres institutions jouant un rôle notable dans la gestion de l'eau dans la région sont

INSTITUTIONAL ADAPTATIONS TO CLIMATE CHANGE (IACC)

notamment l'Administration du rétablissement agricole des Prairies, Atco Power et la Henry Kroeger Water Commission. Une étude de cas menée dans la Zone spéciale 2, centrée sur la municipalité de Hanna, permet de décrire les stratégies d'adaptation mises en œuvre de l'échelle individuelle à l'échelle régionale, y compris les changements dans l'orientation des exploitations agricoles, la construction de pipelines d'eau potable et de pipelines de nappe phréatique peu profonde pour la recharge des mares-réservoirs, le recours à des pâturages collectifs et la réutilisation de l'eau de refroidissement de la centrale thermique Sheerness à des fins de récréation, d'irrigation et d'abreuvement du bétail. Notre article se termine par une évaluation du rôle du Special Areas Board dans la gestion des futures sécheresses et des variations de la disponibilité de l'humidité saisonnière.

Water and Governance Institutions in Canada and Chile

Darrell R. Corkal*, H. Diaz, D. Sauchyn and D. Gauthier

* Agriculture and Agri-Food Canada, PFRA,
306-975-6413, corkald@agr.gc.ca

Water experts advocate that water governance is perhaps the most critical aspect of water management across the globe. Society is becoming more and more aware that despite mitigation efforts, the accumulation of atmospheric greenhouse gases will remain high well into the future. Increasing economic, social and environmental demands placed on water resources is of particular concern for semi-arid regions of the world. Future climate change impacts, combined with increasing competition for water resources by all sectors, are expected to pose unique challenges to humans and the environment. How society adapts to these challenges will be of fundamental importance in the future. To this extent, the role of institutions and society's

INSTITUTIONAL ADAPTATIONS TO CLIMATE CHANGE (IACC)

governance structures will need to consider means of strengthening society's adaptive capacity to cope to future vulnerabilities caused by climate on water resources.

This research is focused on society's institutions and on their capacities to adapt to changes in climate and water resources. The research for this project is being conducted in two semi-arid regions: the South Saskatchewan River Basin (Alberta and Saskatchewan, Canada) and the Rio Elqui Basin (Coquimbo Region, Chile). This paper deals with an overview of water governance institutions in the Canadian prairies and the Coquimbo Region of Chile. The comparison between Canada and Chile is striking as both countries deal with integrated water resource management with very different approaches, particularly in relationship to water markets. The role of governance is expected to be a critical factor in strengthening future adaptive capacity.

Acknowledgements: The Social Sciences and Humanities Research Council of Canada has provided \$2.43 million funding to the University of Regina for this institutional research, for the period 2004 to 2008. The co-investigators and collaborators are providing additional contributions, and include: University of Guelph, University of Saskatchewan, Saskatchewan Research Council, Prairie Farm Rehabilitation Administration, University of British Columbia, Athabasca University, Universidad de La Serena, Chile, Universidad de Arte y Ciencias Sociales (ARCIS), Chile.

L'eau et les institutions de gouvernance au Canada et au Chili

Selon les experts en gestion de l'eau, la gouvernance hydrique pourrait constituer l'aspect le plus critique de la gestion de l'eau sur la planète. Les citoyens sont de plus en plus conscients du fait que, malgré les efforts d'atténuation, l'accumulation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère ne cessera pas dans un avenir rapproché. Les demandes économiques, sociales et environnementales croissantes

INSTITUTIONAL ADAPTATIONS TO CLIMATE CHANGE (IACC)

placées sur les ressources en eau sont tout particulièrement préoccupantes pour les régions semi-arides. On prévoit que les répercussions futures des changements climatiques, en combinaison avec une concurrence croissante pour les ressources en eau dans tous les secteurs, poseront des défis uniques pour les humains et pour l'environnement. Les stratégies choisies par la société pour s'adapter à ces défis auront une importance capitale. Dans ce contexte, en déterminant le rôle des institutions et les structures de gouvernance de la société, il faudra tenir compte des moyens permettant de renforcer la capacité d'adaptation de la société en vue de contourner les vulnérabilités futures en matière de ressources en eau imputables aux changements climatiques.

Notre étude est axée sur les institutions et leur capacité de s'adapter aux variations du climat et des ressources en eau. Les recherches sont menées dans deux régions semi-arides : le bassin de la rivière Saskatchewan Sud (Alberta et Saskatchewan, Canada) et le bassin du Rio Elqui (région de Coquimbo, Chili). Le présent article propose un aperçu des institutions de gouvernance hydrique dans la région des Prairies, au Canada, et dans la région de Coquimbo, au Chili. La comparaison entre le Canada et le Chili est frappante, puisque les deux pays abordent la gestion intégrée des ressources en eau de façons très différentes, tout particulièrement en ce qui concerne les marchés de l'eau. On prévoit que la gouvernance constituera un facteur critique pour le renforcement futur de la capacité d'adaptation.

Remerciements : Le Conseil de recherches en sciences humaines du Canada a fourni un financement de 2,43 millions de dollars à l'Université de Regina pour la présente recherche, pour la période 2004 à 2008. Les co-chercheurs et les collaborateurs ayant fourni des contributions additionnelles sont : Université de Guelph, Université de la Saskatchewan, Saskatchewan Research Council, Administration du rétablissement agricole des Prairies, Université de la Colombie-Britannique, Université

INSTITUTIONAL ADAPTATIONS TO CLIMATE CHANGE (IACC)

Athabasca, Universidad de La Serena, Chili, et Universidad de Arte y Ciencias Sociales (ARCIS), Chili.

Inter-jurisdictional Water Law and Governance in the SSRB – Issues and Adaptation to Climate Change

Margot Hurlbert*

* Department of Justice Studies and Sociology and Social Studies, University of Regina,
306-585-4232, margot.hurlbert@uregina.ca

Canada's water law evolves from many different sources and influences. It commenced with the riparian water laws of Britain, where laws developed on a case by case basis in a land of relative water abundance. This law was adopted in Canada but then modified by statute in respect of western Canada. Now a complex web of federal and provincial laws, institutions and policies apply to the South Saskatchewan River Basin running through Alberta and Saskatchewan along with inter-provincial agreements and co-management institutions. Although the South Saskatchewan River is one continuous body of water, laws differ between Alberta and Saskatchewan. This is further complicated when laws relating both to quantity and also quality of water are examined. Although quantity and quality of water issues are interrelated ecologically and scientifically, the laws in relation to quantity and quality have very few connections.

This presentation will outline the constitutional framework of water law and provincial, federal and inter-provincial water institutions relating to both water quantity and quality. This review includes provincial statutes relating to water quantity and quality and principles of constitutional paramountcy and jurisdiction. Thereafter issues, discrepancies and conflicts will be identified and potential solutions identified. Traditional legal responses of legislation and lawsuits are

INSTITUTIONAL ADAPTATIONS TO CLIMATE CHANGE (IACC)

avoidable with the formulation of adaptive governance and collaborative conflict resolution. Canada's fragmented water jurisdiction and law is fertile ground in which to grow a tailored, appropriate and flexible solution to increasingly strained water relations.

Variation des lois et processus de gouvernance entre les provinces dans le bassin hydrographique de la rivière Saskatchewan Sud – Enjeux et adaptation aux changements climatiques

La loi canadienne en matière d'eau a évolué depuis des sources et influences diverses. Elle trouve sa source dans les lois sur les zones riveraines de la Grande-Bretagne, où de telles lois sont élaborées au cas par cas dans un pays où l'eau est relativement abondante. Cette loi a été adoptée par le Canada, mais a ensuite été modifiée en vue de l'adapter à l'Ouest canadien. À l'heure actuelle, une toile complexe de lois, institutions et politiques fédérales et provinciales, accompagnée d'ententes interprovinciales et d'institutions de cogestion, s'applique au bassin hydrographique de la rivière Saskatchewan Sud, dont le cours traverse à la fois l'Alberta et la Saskatchewan. Bien que la rivière Saskatchewan Sud soit en fait un cours d'eau continu et unique, les lois des deux provinces diffèrent. Cette situation se trouve compliquée lorsqu'on examine les lois régissant à la fois les volumes d'eau et la qualité de l'eau. Alors qu'il existe des liens entre les volumes et la qualité de l'eau sur les plans écologique et scientifique, les lois relatives à ces aspects présentent fort peu de liens.

Notre présentation décrira le cadre constitutionnel englobant la législation sur l'eau et les institutions provinciales, fédérales et interprovinciales responsables de la gestion de l'eau, en matière de volumes d'eau et de qualité de l'eau. Nous analysons les lois provinciales relatives aux volumes d'eau et à la qualité de l'eau ainsi que les principes de suprématie constitutionnelle et de juridiction. Par la suite, nous cernons les enjeux, les divergences et les conflits et

INSTITUTIONAL ADAPTATIONS TO CLIMATE CHANGE (IACC)

proposons des solutions potentielles. Il est possible d'éviter les réponses traditionnelles faisant appel à l'élaboration de nouvelles lois et aux actions en justice, avec la formulation de processus de gouvernance adaptative et de principes de règlement des conflits par la collaboration. Les lois et compétences fragmentées du Canada en matière de gestion de l'eau constituent un terreau fertile dans lequel nous pourrions cultiver une solution personnalisée, appropriée et souple dans le contexte de relations interprovinciales de plus en plus tendues en matière d'eau.

Value Analysis and Water Resource Management

Bruce Morito*

* Philosophy, Global and Social Analysis, Athabasca University, 780-675-6143, brucem@athabascau.ca

What is value analysis? It is a method for identifying classifying and evaluating people's values/stakes, in an effort to evaluate the relative weight each stakeholder position/perspective should have. It is a way to gain clarity over what is at stake for people and why they feel about and react to policies and decisions. Application to water resource management issues aids in sorting out what matters to people, why it matters and, therefore, where potential conflicts over management decisions lie.

The application of value analysis to the Institutional Adaptations to Climate Change (IACC) stakeholder vulnerability and institutional adaptive capacity research takes the following form:

- 1) an identification of stakeholder values (what matters to stakeholders) in a context of water scarcity;
- 2) a categorization of those values to determine the most suitable ways to represent and analyse stakeholder (and institutional) values;
- 3) a framing of an evaluative framework to help determine policy parameters and priorities.

INSTITUTIONAL ADAPTATIONS TO CLIMATE CHANGE (IACC)

Conflict over water use and distribution, can sometimes be straightforward, but is often not, because stakeholders' values can be determined by many factors, (economics, political systems, legal systems, culture, gender, etc.). The results of management and resource allocation policies that ignore some of these factors while focusing on others can range from slight dissatisfaction on the part of those whose values are ignored to violence.

An analysis of the values helps to understand what is at issue and, in so doing, helps policy makers and decision makers gain greater clarity about what policies and decisions mean for stakeholders. In turn it helps to anticipate/avoid frustrations and conflicts, depending on how policies and decisions are formed in response to this understanding.

The IACC project provides numerous examples of how different stakeholder group understand their vulnerability to water issues and how a value analysis can help in the development of policy for the South Saskatchewan River Basin. Examples are provided from the local communities of Cabri/Stewart Valley and Blood Tribe First Nation.

Analyse des valeurs et gestion des ressources en eau

Qu'est-ce que l'analyse des valeurs? Il s'agit d'une méthode permettant de cerner, de catégoriser et d'évaluer les valeurs et intérêts d'une population donnée en vue de déterminer le poids relatif de la position/perspective de chaque partie intéressée. Il est ainsi possible de mieux comprendre les enjeux importants pour les populations ainsi que les motivations qui les poussent à réagir aux politiques et aux décisions. L'application de ce type d'analyse aux questions de gestion des ressources en eau peut aider à déterminer quels sont les éléments importants pour les populations, pourquoi ces éléments sont importants et, par conséquent, à quel niveau peuvent se situer les conflits potentiels en matière de décisions de gestion.

INSTITUTIONAL ADAPTATIONS TO CLIMATE CHANGE (IACC)

L'application d'une analyse des valeurs aux recherches de l'unité Adaptation des institutions aux changements climatiques (AICC) sur la vulnérabilité des parties intéressées et sur la capacité d'adaptation des institutions prend les formes suivantes :

- 4) détermination des valeurs des parties intéressées (ce qui est important pour elles) dans un contexte de rareté de l'eau;
- 5) catégorisation de ces valeurs en vue de déterminer les meilleures façons de représenter et d'analyser les valeurs des parties intéressées (et des institutions);
- 6) élaboration d'un cadre d'évaluation en vue de faciliter la détermination des paramètres et priorités en matière d'élaboration de politiques.

Il peut parfois arriver que des conflits en matière d'utilisation et de distribution de l'eau soient simples et clairs; toutefois, le contraire est souvent vrai, parce que les valeurs des parties intéressées peuvent être déterminées par de nombreux facteurs (facteurs économiques, systèmes politiques, systèmes juridiques, culture, sexe, etc.). Les résultats des politiques de gestion et d'affectation des ressources qui ne tiennent pas compte de certains de ces facteurs, tout en accordant trop d'importance à d'autres facteurs, peuvent aller d'une légère insatisfaction chez les populations dont les valeurs ont été ignorées, jusqu'à la violence.

Une analyse des valeurs permet de mieux comprendre les enjeux, et ainsi, aide les décideurs à mieux comprendre ce que représentent leurs politiques et leurs décisions pour les parties intéressées. Il sera donc plus facile pour les décideurs de prévoir et d'éviter les frustrations et les conflits, en formulant leurs politiques et décisions compte tenu de cette compréhension.

Le projet AICC nous offre de nombreux exemples de la compréhension par différentes populations de leur

INSTITUTIONAL ADAPTATIONS TO CLIMATE CHANGE (IACC)

vulnérabilité aux enjeux hydriques et montre comment une analyse des valeurs peut faciliter l'élaboration de politiques adaptées au bassin hydrographique de la Saskatchewan Sud. Différents exemples portent sur les collectivités locales de Cabri/Stewart Valley et de la Tribu des Blood.

The study of the role of institutions in the resolution or management of (or failure to resolve or manage) water conflicts

Dr. Alejandro Rojas*

* Faculty of Land and Food Systems, University of British Columbia, Agroecology Program, Chair, Graduate Program in Integrated Studies in Land and Food Systems, arojas@interchange.ubc.ca

Water conflicts and the way institutions deal with them, provide an important link to understand community vulnerabilities to climate change. The study of the role of institutions in the resolution or management of water conflicts, provides insights into institutional learning and needed adaptations to confront climate change-induced water insecurities. The key aspect revealed by the examination of conflicts is that power differentials in conflict resolution within communities and between communities and political organizations involved in water governance, may hamper the adaptive capacity towards social, ecological, cultural and economic sustainability of all stakeholders. The role of institutions in water conflicts and what they and the communities involved learn from conflicts provides the focus of the study. We also argue that conflict resolution can be adaptive towards sustainability or maladaptive. Paradoxically, in some conflicts elements of both types of outcomes can coexist and there will be winners and losers, who still may derive important lessons from the experience of conflict. In the case of water conflicts, the communities

INSTITUTIONAL ADAPTATIONS TO CLIMATE CHANGE (IACC)

more directly exposed to hazardous conditions may experience internal strife and fragmentation and/or enter in conflict with some of the institutions involved in water governance. Water conflicts are considered here within the wider stream of studies of environmental conflict resolution. Since water is an essential element to sustain life, many of the difficulties we encounter to maintain the integrity of ecosystems and the wise use of natural resources, are reproduced in the case of water allocation and access, availability, safety and sustainability of water. In these cases interests are difficult to reconcile, particularly under conditions of water insecurity.

Étude du rôle des institutions dans la résolution ou la gestion des conflits liés à l'eau (ou l'incapacité de les résoudre ou de les gérer)

L'étude des conflits liés à l'eau ainsi que des méthodes choisies par les institutions pour régler ces conflits nous aide à mieux comprendre les vulnérabilités des collectivités à l'égard des changements climatiques. L'étude du rôle des institutions dans la résolution ou la gestion des conflits liés à l'eau éclaire les modes d'apprentissage et d'adaptation des institutions qui leur permettent d'affronter des insécurités hydriques provoquées par les changements climatiques. Le principal élément révélé par l'examen des conflits est que les écarts de pouvoirs, que ce soit au sein d'une même collectivité ou entre des collectivités et des organisations politiques qui participent à la gouvernance hydrique, peuvent entraver la capacité d'adaptation de toutes les parties intéressées à la viabilité sociale, écologique, culturelle et économique. La présente étude vise à déterminer le rôle des institutions dans les conflits liés à l'eau et à cerner ce qui peut être appris de ces conflits à la fois par les institutions et par les collectivités concernées. Nous soutenons aussi que la résolution des conflits peut tout autant contribuer que nuire à la viabilité. Paradoxalement, dans certains conflits, des éléments de ces deux types de résultats peuvent coexister et il y aura à la fois des gagnants et des perdants,

INSTITUTIONAL ADAPTATIONS TO CLIMATE CHANGE (IACC)

qui pourront tout de même tirer des leçons importantes de leur expérience du conflit. Dans le cas des conflits liés à l'eau, les collectivités plus directement exposées à des conditions dangereuses peuvent vivre des situations de dissension interne et de fragmentation et/ou entrer en conflit avec certaines des institutions qui participent à la gouvernance hydrique. Aux fins de l'étude, les conflits liés à l'eau sont abordés dans le contexte plus vaste de la résolution des conflits de nature environnementale. Comme l'eau constitue un élément vital essentiel, une bonne partie des difficultés associées au maintien de l'intégrité des écosystèmes et à l'utilisation responsable des ressources naturelles se retrouvent également dans les situations d'affectation des ressources en eau et d'accès à ces ressources et dans le cas des problèmes de disponibilité, de salubrité et de viabilité des ressources en eau. Dans ces situations, il peut être difficile de rapprocher les intérêts des parties en présence, tout particulièrement dans les situations d'insécurité hydrique.

Drought and Institutional Building in the Palliser Triangle, 1917-39

Gregory P. Marchildon*

* Canada Research Chair in Public Policy and Economic History, Graduate School of Public Policy, University of Regina, 306-337-2390, Greg.Marchildon@uregina.ca

I compare the historical narrative of droughts in the Palliser Triangle of the Prairie Provinces to a spatial and scientific depiction of agricultural drought between 1914 and 1939 as well as analyze the two most significant institutions to emerge out of the crisis caused by successive and prolonged droughts. The first to emerge was the Special Areas Board appointed by the provincial government of Alberta with headquarters in Hanna, Alberta. The second

INSTITUTIONAL ADAPTATIONS TO CLIMATE CHANGE (IACC)

was the Prairie Farm Rehabilitation Administration (PFRA), headquartered in Regina, Saskatchewan, which was established by the federal government through agreement with the three Prairie Provinces. Relative to the status quo, both institutions were relatively successful responses to the drought crises of the 1930s. Moreover, they continue to be among the most significant government policy players in managing cyclical droughts and water scarcity in the Palliser Triangle today, although it is questionable whether they will be robust enough to manage some of the more extreme challenges which may be posed by future climate change in this highly sensitive region.

Sécheresse et bâtiments d'institutions dans le triangle de Palliser, 1917-1939

Nous comparons les descriptions historiques des sécheresses dans le triangle de Palliser, dans les Prairies, à une description spatiale et scientifique des sécheresses agricoles entre 1914 et 1939, et nous analysons les deux plus importantes institutions ayant émergé de la crise provoquée par la série de sécheresses prolongées pendant cette période. La première de ces institutions est la Special Areas Board mise sur pied par le gouvernement de l'Alberta et dont l'administration centrale est située à Hanna, en Alberta. La seconde est l'Administration du rétablissement agricole des Prairies (ARAP), dont l'administration centrale est située à Regina, en Saskatchewan, et qui avait été mise sur pied par le gouvernement fédéral dans le cadre d'une entente signée avec les trois provinces des Prairies. En comparaison du statu quo, ces deux institutions ont constitué des réponses relativement couronnées de succès aux sécheresses des années 1930. De plus, elles demeurent à ce jour parmi les organismes gouvernementaux les plus influents en matière de gestion des sécheresses cycliques et de la rareté de l'eau dans le triangle de Palliser, même si on peut se demander si elles seront suffisamment solides pour être en mesure de gérer certains des défis les plus extrêmes

INSTITUTIONAL ADAPTATIONS TO CLIMATE CHANGE (IACC)

attribuables aux futurs changements climatiques dans cette région particulièrement sensible.

A Public Participatory Geographic Information Systems (PPGIS) approach to the impacts of climate change on water resources

Lorena Patiño* and David Gauthier,
* University of Regina, patinol@uregina.ca,
david.gauthier@uregina.ca

Human-induced global warming and climate change are predicted to have serious impacts on water availability and quality, particularly in dryland areas where water is already a scarce resource. Canadian prairie rural communities that rely primarily on crop production and livestock production on rangeland and pasture are highly dependent on the availability of water resources (freshwater and rain-fed water).

The sustainability of rural communities in prairie drylands, under the forecasted impacts of climate change on water resources, depends in part on the capacity of government institutions to address the current and future vulnerabilities of those communities. While public policy is developed at regional, provincial and federal scales, community vulnerabilities are site-specific. Consequently, future public policies, strategies, and programs addressing issues related to climate change and water supply at the rural community level may be limited in addressing real community vulnerabilities.

Integrated water resource management fosters a basin-wide management of water, based on principles of good governance and participatory approaches. Participatory approaches facilitate the process of knowledge and

INSTITUTIONAL ADAPTATIONS TO CLIMATE CHANGE (IACC)

information exchange. In addition, participation provides significant potential to develop adaptation policies and strategies tailored to local vulnerabilities because they can improve communication between governmental institutions and the rural communities they serve. Participatory approaches, such as public participatory geographic information systems (PPGIS), promote a flexible governance framework by facilitating the integration of local participation and regional planning in a bottom-up as well as a top-down approach. In integrating local and regional levels within the Canadian context, the data is transformed by (a) scaling-up the local participatory information for regional purposes, and (b) scaling-down the regional information for local use.

Une approche participative publique aux systèmes d'information géographique pour contrer les effets des changements climatiques sur les ressources en eau

On prévoit que le réchauffement de la planète et les changements climatiques provoqués par l'activité humaine auront de graves conséquences pour la disponibilité et la qualité de l'eau, tout particulièrement dans les zones arides, où l'eau est déjà une ressource rare. Les collectivités rurales des Prairies canadiennes, dont l'économie est fondée principalement sur la production végétale et la production animale sur pâturages et parcours, dépendent dans une très large mesure de la disponibilité des ressources en eau (eau douce et eau de pluie).

La viabilité des collectivités rurales dans les zones arides des Prairies, dans le contexte des effets prévus des changements climatiques sur les ressources en eau, dépendra en partie de la capacité des institutions gouvernementales de corriger les vulnérabilités actuelles et futures de ces collectivités. Alors que les politiques gouvernementales sont élaborées à l'échelle régionale, provinciale et fédérale, les vulnérabilités menaçant les collectivités sont propres à des endroits précis. Par conséquent, les politiques, stratégies et programmes

INSTITUTIONAL ADAPTATIONS TO CLIMATE CHANGE (IACC)

gouvernementaux futurs axés sur les changements climatiques et l'approvisionnement en eau à l'échelle des collectivités rurales pourraient ne pas permettre de corriger les vulnérabilités réelles de ces collectivités.

La gestion intégrée des ressources en eau favorise une approche à l'échelle des bassins hydrographiques fondée sur les principes de la saine gouvernance et de l'approche participative. Cette dernière facilite le processus d'échange de connaissances et d'information. De plus, la participation offre un potentiel considérable pour l'élaboration de politiques et de stratégies d'adaptation conçues sur mesure pour les vulnérabilités locales, puisque celles-ci peuvent améliorer les communications entre les institutions gouvernementales et les collectivités rurales desservies. Les approches participatives, telles que les systèmes d'information géographique à participation publique, contribuent à la mise en place d'un cadre de gouvernance souple en facilitant l'intégration de la participation locale et de la planification régionale au sein d'une approche à la fois ascendante et descendante. En intégrant les niveaux locaux et régionaux au contexte canadien, nous pouvons transformer les données (a) en mettant à l'échelle l'information participative locale à des fins régionales; (b) en ramenant l'information régionale à une utilisation locale.

MONITORING, MEASURING AND DATA DISSEMINATION (MMDD)

Measuring the Environment in the 21st Century: An update from an equipment user and supplier

Claude Labine*

* Campbell Scientific (Canada) Corp., 780-454-2655,
claude.labine@campbellsci.ca

Automatic electronic systems have been used for monitoring the physical environment for over 30 years now and changing technologies is one aspect which impacts all of us who have instrumented field sites. This is especially true for those who have networks of stations.

This presentation reviews the basic pillars of a proper monitoring system: project overview, experimental design, data management (including data transfer, quality control), system documentation (including metadata), instrumentation and power supply selection and design, and telecommunications.

We will begin with a review of the main components of a single station with an emphasis on some of the main changes. This will start with the core of a station: the data acquisition and control system. Using some examples of our own systems, the presentation will evaluate several of the technological changes which are occurring; sensors and sensor technology will be reviewed in the same way. Some of the greatest changes we are seeing in field instrumentation are associated with remote communications - we have quickly passed from analog to digital cell phone communications that offer several protocols. Radio links have also become easier and less expensive with the greater choice of Spread Spectrum technologies that are available, technologies that have the advantage of not requiring assigned frequencies or annual licensing fees. Finally, we will review the newly plentiful satellite systems and recent innovations to the GOES system, one of the earliest satellite data links for environmental data.

MONITORING, MEASURING AND DATA DISSEMINATION (MMDD)

Mesurer l'environnement au XXI^e siècle : le point, par un utilisateur et un fournisseur d'équipement

On utilise depuis plus de 30 ans des systèmes électroniques automatiques pour surveiller l'environnement physique, et l'évolution des technologies est l'un des éléments ayant des répercussions sur tous ceux qui exploitent des sites instrumentés. Cela est particulièrement vrai pour ceux qui exploitent des réseaux de stations.

Cette présentation passe en revue les éléments de base d'un système de surveillance efficace : aperçu du projet, plan d'expériences, gestion des données (dont le transfert, la qualité et le contrôle), documentation de système (dont les métadonnées), choix et conception des instruments et de l'alimentation en électricité, et télécommunications.

Nous débuterons par un examen des principales composantes d'une station unique, en mettant l'accent sur certains des principaux changements. Nous examinerons d'abord l'élément central d'une station : l'acquisition et la surveillance des données. À l'aide d'exemples tirés de nos propres systèmes, nous évaluerons plusieurs des changements technologiques qui se produisent à l'heure actuelle; les capteurs et la technologie connexe seront examinés de la même manière. Certains des plus importants changements touchant les instruments utilisés sur le terrain ont trait aux communications dans les régions éloignées – nous sommes rapidement passés du téléphone analogique au téléphone cellulaire numérique offrant plusieurs protocoles. Les liaisons par radio sont également devenues plus faciles et moins coûteuses grâce à un plus grand choix de technologies d'étalement du spectre, qui ont l'avantage de ne pas nécessiter de fréquences assignées ou de frais annuels de licence. Enfin, nous examinerons les nombreux nouveaux systèmes à satellites et les dernières innovations dont a fait l'objet le système du Satellite géostationnaire d'observations environnementales (GOES), l'un des plus récents systèmes de liaisons de données environnementales par satellites.

MONITORING, MEASURING AND DATA DISSEMINATION (MMDD)

Factors affecting inter-comparability of hydrometric data

A.S. Hamilton*, P.H. Whitfield, and D.G. Hutchinson

* Environment Canada, 604-713-9536,

stuart.hamilton@ec.gc.ca

Hydrometric data and its derivatives are increasingly being used to directly inform the policy-making process. Water is compelling as a diagnostic indicator of environmental health because of the sensitivity of ecosystems and economies to water balances and extremes of excess and deficit. This rising interest in using flow monitoring data for environmental change detection may be at odds with network operations. After almost a century of hydrometric monitoring with only infrequent methodological change, all aspects of hydrometric monitoring have been evolving in recent years with the result that few practitioners can now claim to even know what techniques and technologies are used at any given station at any given time, let alone what influence this methodological variance may have on the inter-comparability of data across the time-scales, space-scales and magnitude-scales of interest. Continuous adoption of the best available monitoring technologies may be justified to reduce occupational hazard exposure, minimize costs and to provide data in a timely manner but may also affect the answer to the question: Is discharge a good indicator of change? We consider the influences of hydrologic process dynamics and of the evolution of observational methods on variability in hydrometric data sets. Poor discrimination between natural and technological controls on variability increases the risk that significant changes will remain undetected or that false warnings of change might result in inappropriate adaptation decisions. Design criteria are proposed for a change detection sub-network that would discretize the signal of change into land-use and climate

MONITORING, MEASURING AND DATA DISSEMINATION (MMDD)

change components while improving the detectability of significant change.

Facteurs ayant une incidence sur l'intercomparabilité des données hydrométriques

On utilise de plus en plus les données hydrométriques et leurs dérivés pour alimenter directement le processus d'élaboration des politiques. L'eau représente un indicateur fiable de la salubrité de l'environnement, étant donné la sensibilité des écosystèmes et des économies au bilan hydrique ainsi qu'aux excès et aux déficits extrêmes en eau. Cet intérêt croissant pour l'utilisation des données sur les débits aux fins de la détection des changements environnementaux peut toutefois être difficilement conciliable avec le fonctionnement du réseau. Après presque un siècle de surveillance hydrométrique durant lequel seuls quelques rares changements méthodologiques ont été apportés, tous les aspects de la surveillance ont évolué ces dernières années, et on ne compte aujourd'hui qu'un petit nombre de praticiens pouvant affirmer connaître les techniques et les technologies utilisées dans une station donnée à un moment précis, et ce, sans parler de l'influence que peut avoir cette variance méthodologique sur l'intercomparabilité des données relativement aux échelles de temps, d'espace et de magnitude. L'adoption continue des meilleures technologies de surveillance disponibles peut se justifier s'il s'agit de diminuer l'exposition aux risques professionnels, de réduire les coûts au minimum et de fournir des données au moment opportun, mais elle influe également sur la réponse qu'on donne à la question suivante : le débit d'eau est-il un bon indicateur de changement? Nous examinons l'incidence de la dynamique des processus hydrologiques et de l'évolution des méthodes d'observation sur la variabilité des ensembles de données hydrométriques. Une mauvaise distinction entre les contrôles naturels et technologiques de la variabilité accroît le risque que des changements importants ne soient pas détectés ou que des alertes de changement non justifiées entraînent des décisions inappropriées concernant

MONITORING, MEASURING AND DATA DISSEMINATION (MMDD)

la prise de mesures d'adaptation. On propose des critères relatifs à la conception d'un sous-réseau de détection des changements qui discrétiserait le signal de changement en une composante relative à l'utilisation des terres et en une composante relative au changement climatique, tout en améliorant la détectabilité des changements importants.

Real-time monitoring in the St. Lawrence: Department of Fisheries and Oceans' Tide Gauge Network

Paul Bellemare*, Harry Weiler, Presented by Stephen Albinati

*, SLGO Steering Committee, 418-775-0502,
bellemarep@dfo-mpo.gc.ca

The St. Lawrence River is Canada's most commercial waterway. In January 2006, the Canadian Hydrographic Service (Quebec Region) of the Department of Fisheries and Oceans Canada contracted AXYS Technologies Inc. to upgrade the water level gauge stations along the 300 Km stretch of river between Cap-aux-Meules (Magdalen Islands) and Montreal. This network named SINECO provides the real-time environmental data necessary to manage this essential transportation link. The data collected by this network is critical to Canada for: Marine traffic control, Underkeel clearance, Optimization of ship's cargo volume, Regulation of the water system, Hydrographic surveys, Validation of tide predictions & analysis of mean sea level, Chart Datum management, Water level forecasts, Hydrodynamic models - currents, storm surge, etc., and Shore erosion studies.

In this presentation, we will explore both the water level network as well as the St. Lawrence Global Observatory (SLGO), an independent entity created by the Department of Fisheries and Oceans to bring together environmental data

MONITORING, MEASURING AND DATA DISSEMINATION (MMDD)

from over 28 external partners on the St. Lawrence region. The SLGO brings together disparate data sets from networks diverse as water level, remote sensing and water quality networks into a common platform allowing for inter-organizational collaboration. This entity can provide a best practice model for other organizations trying to develop partnerships as a means of implementing real-time hydrology monitoring systems.

Surveillance en temps réel du Saint-Laurent : réseau de marégraphes du ministère des Pêches et des Océans

Le fleuve Saint-Laurent est la plus importante voie navigable commerciale au Canada. En janvier 2006, le Service hydrographique du Canada (région du Québec) du ministère des Pêches et des Océans a passé un marché avec AXYS Technologies Inc. afin de moderniser les postes indicateurs de niveau d'eau situés le long de la portion du fleuve séparant Cap-aux-Meules (îles de la Madeleine) de Montréal, longue de 300 km. Le réseau, appelé SINECO, fournit en temps réel les données environnementales nécessaires à la gestion de ce lien de transport essentiel. Le réseau permet au Canada de recueillir des données cruciales en ce qui concerne les éléments suivants : contrôle de la circulation maritime; dégagement sous la quille; optimisation du volume de cargaison des navires; réglementation relative au réseau hydrographique; relevés hydrographiques; validation des prédictions des marées et analyse du niveau moyen du fleuve; gestion du zéro des cartes; prévisions concernant le niveau de l'eau; modèles hydrodynamiques – courants, onde de tempête, etc.; et études sur l'érosion littorale.

Le présent exposé porte sur le réseau d'indicateurs de niveau d'eau ainsi que sur l'Observatoire global du Saint-Laurent (OGSL), une entité indépendante créée par le ministère des Pêches et des Océans afin de regrouper les données environnementales sur le Saint-Laurent provenant de plus de 28 partenaires externes. L'OGSL rassemble des

MONITORING, MEASURING AND DATA DISSEMINATION (MMDD)

données disparates, fournies par divers réseaux tels que ceux des indicateurs de niveau d'eau, de la télédétection et de la qualité de l'eau, au sein d'une plate-forme commune permettant la collaboration entre les organismes. Cette entité peut offrir un modèle de pratique exemplaire à d'autres organismes qui essaient d'établir des partenariats en vue de mettre en œuvre des systèmes de surveillance hydrologique en temps réel.

Swift Current Creek Watershed Monitoring Project

Arlene Unvoas* (Presented by Dan Runcie)

* Swift Current Creek Watershed Stewards, 306-778-5007, unvoasa@agr.gc.ca

Since stakeholders in the watershed began meeting in 1998 questions about water quality and stream health have remained unanswered because of a lack of scientific evidence to illustrate whether the perceived problems even existed. These questions regarded suitability of surface water for uses including protection of aquatic life, recreation, irrigation and livestock watering as well as general health of the watershed.

The Swift Current Creek Watershed Monitoring Project recognizes the complexity of our watershed environment and the perceived problems within the watershed and has adopted sampling protocols and field methods as outlined by Environment Canada. In partnership with volunteers and representatives of several government agencies, SCCWS has completed three years of data collection including fish sampling as well as detailed sampling of indicators of benthic macroinvertebrates. These parameters along with Riparian Health Assessments and water sampling will work together to answer the question of the health of the watershed.

MONITORING, MEASURING AND DATA DISSEMINATION (MMDD)

The overall objective of the monitoring program is to provide SCCWS and the watershed residents with the ability to understand and report on the status of the watershed in terms of water quality and stream health including riparian health and aquatic biodiversity. Through the results of this monitoring SCCWS will be better equipped to identify areas of the watershed which are healthy, those which are not and areas where changes could be made to improve stream health and water quality.

Projet de surveillance du bassin hydrologique du ruisseau de Swift Current

Les intervenants du bassin hydrologique ont commencé à se réunir en 1998, et ils n'ont toujours pas réussi à répondre à certaines questions concernant la qualité de l'eau et la salubrité du cours d'eau, étant donné un manque de données scientifiques permettant de montrer que les problèmes perçus existent bel et bien. Ces questions portaient sur la possibilité d'utiliser l'eau de surface, et plus particulièrement sur la protection de la vie aquatique, les loisirs, l'irrigation des terres et l'abreuvement du bétail, ainsi que la salubrité générale du bassin hydrologique.

Le projet de surveillance du bassin hydrologique du ruisseau Swift Current reconnaît la complexité de l'environnement du bassin hydrologique et les problèmes perçus relativement au bassin, et on a adopté dans le cadre de ce projet les protocoles d'échantillonnage et les méthodes de travail sur le terrain promulguées par Environnement Canada. En partenariat avec des bénévoles et des représentants de plusieurs organismes gouvernementaux, SCCWS a achevé trois années de collectes de données, dont l'échantillonnage de poissons ainsi que l'échantillonnage détaillé d'indicateurs relatifs aux macro-invertébrés benthiques. Ces paramètres, de concert avec les évaluations de la salubrité des zones riveraines et l'échantillonnage de l'eau, permettront de répondre à la question portant sur la salubrité du bassin hydrologique.

MONITORING, MEASURING AND DATA DISSEMINATION (MMDD)

L'objectif global du programme de surveillance consiste à faire en sorte que SCCWS et les résidents du bassin soient en mesure de comprendre et de faire connaître la situation du bassin concernant la qualité de l'eau et la salubrité du cours d'eau, notamment en ce qui concerne la salubrité des zones riveraines et la biodiversité aquatique. Grâce aux résultats de cette surveillance, SCCWS sera plus en mesure de déterminer les zones du bassin qui sont salubres, celles qui ne le sont pas, et celles où on pourra apporter des changements afin d'améliorer la salubrité du cours d'eau et la qualité de l'eau.

Detection of Water Quality Problems with Multi-Sensor Systems

Dunling Wang*

* National Research Council Centre for Sustainable Infrastructure Research,
306-780-8698, dunling.wang@nrc-cnrc.gc.ca

Increasing public awareness and concern over the safety of drinking water and regulatory pressure have forced water utilities to develop comprehensive monitoring programs to detect water quality problems in source water, during water treatment and within distribution system. In recent years, research has been focused on monitoring water quality in the distribution system using online water quality sensors. The monitored parameters can be indicators of contamination events or severe water quality deterioration in the distribution system. The water quality sensor systems currently available are designed to monitor general water quality parameters, such as chlorine, turbidity, pH, oxidation-reduction potential and specific conductivity. It is essential to study the response patterns of multi-sensor systems to concentration changes of various biological and chemical contaminants. The objective

MONITORING, MEASURING AND DATA DISSEMINATION (MMDD)

of this research is to use multi-sensors to detect contaminant intrusions and the deterioration of water quality in the distribution system through controlled experiments at the bench scale. Two commercially available systems with different combination of sensors were selected. The response patterns of the multi-sensor systems to spiked biological and chemical constituents are analyzed and compared with the laboratory testing results. This information will be compiled into a database of contaminant response patterns. With further development of wireless communication of online monitoring data and water quality modelling, water utilities will be able to identify water quality problems quickly.

Détection des problèmes de qualité de l'eau au moyen de systèmes à capteurs multiples

La sensibilisation et la préoccupation croissantes du public à l'égard de la salubrité de l'eau potable ainsi que les pressions liées à la réglementation ont obligé les services d'eau à élaborer des programmes de surveillance complets afin de détecter les problèmes de qualité de l'eau à la source, durant le traitement et dans le réseau d'alimentation. Ces dernières années, la recherche a porté plus particulièrement sur la surveillance de la qualité de l'eau dans le réseau d'alimentation, au moyen de capteurs en ligne pour l'analyse de la qualité de l'eau. Les paramètres surveillés peuvent consister en des indicateurs d'incidents de contamination ou d'une grave détérioration de la qualité de l'eau dans le réseau d'alimentation. Les systèmes de capteurs pour analyser la qualité de l'eau disponibles à l'heure actuelle sont conçus pour surveiller les paramètres généraux de la qualité de l'eau, tels que le niveau de chlore, la turbidité, le pH, le potentiel d'oxydo-réduction et la conductivité spécifique. Il s'avère essentiel d'étudier les profils de réponse des systèmes à capteurs multiples aux changements de concentration des divers contaminants biologiques et chimiques. Cette recherche a pour objectif

MONITORING, MEASURING AND DATA DISSEMINATION (MMDD)

d'utiliser des capteurs multiples pour détecter l'intrusion de contaminants et la détérioration de la qualité de l'eau dans le réseau d'alimentation, au moyen d'expériences de contrôle à l'échelle de banc d'essai. On a choisi deux systèmes offerts sur le marché dont la combinaison de capteurs diffère. Les profils de réponse des systèmes à capteurs multiples à des constituants biologiques et chimiques enrichis sont analysés et comparés aux résultats des tests effectués en laboratoires. Cette information sera compilée dans une base de données sur les profils de réponse aux contaminants. Grâce aux progrès dans le domaine de la communication sans fil des données de surveillance et des modèles de qualité de l'eau en ligne, les services d'eau seront en mesure de déterminer rapidement les problèmes de qualité de l'eau.

PREDICTIONS IN UNGAUGED BASINS (PUB)

Canadian Contributions to the Prediction in Ungauged Basins (Pub) Initiative

Christopher Spence*, Paul Whitfield, Taha Ouarda, Robert Metcalfe, John Pomeroy and Alain Pietroniro

* Environment Canada, 306-975-6907,
chris.spence@ec.gc.ca

The goals of the IAHS Prediction in Ungauged Basins (PUB) program have been widely embraced by the Canadian water resource community since the PUB science plan is seen to be a useful foundation from which Canadian water science and management issues can be addressed. The enormous diversity of the Canadian landscape from northern permafrost, interior prairies, boreal forest and mountainous regions are only a part of the complexity of processes and scales that create the hydrological and chemical landscapes of our rivers. Water practitioners are keen to update their tools capturing the recent advances in hydrological science. Amongst these drivers are the low density of streamflow gauges relative to predictive needs, the differing seasonality of runoff generating processes, uncertainty in discharge measurements particularly during the spring river ice breakup, and the difficulty in defining the catchment area contributing runoff in many regions. Canada's contribution to this program to date has included active participation in planning and implementation committees and research groups since the initiative began. Canada has hosted three thematic workshops on prediction in cold regions, mountainous regions and low streamflow regimes with the support of the Canadian Geophysical Union and the Canadian Society for Hydrological Sciences (CWRA-CSHS). These three workshops developed a series of recommendations for PUB activities in Canada that emphasized research of physical processes and subsequent development of useful predictive tools and methodologies for practicing hydrologists. These workshops have proven to be an effective approach with which to identify research gaps and user needs and mobilize collective efforts. The structural framework and opportunities for hydrological science within

PREDICTIONS IN UNGAUGED BASINS (PUB)

Canada using the principles of PUB is creating new collaborative opportunities.

Contributions canadiennes à l'initiative Prévisions sur les bassins non jaugés (PBNJ)

Les objectifs du programme Prévisions sur les bassins non jaugés (PBNJ) mis de l'avant par l'Association internationale des sciences hydrologiques (AISH) ont été largement adoptés par la collectivité canadienne des utilisateurs de la ressource en eau, puisqu'on considère que le plan scientifique PBNJ est jugé être une fondation utile permettant de traiter des enjeux canadiens en matière de sciences et de gestion de l'eau. L'énorme diversité du paysage canadien, qui se compose à la fois de pergélisol nordique, de prairies intérieures, de forêts boréales et de régions montagneuses, n'illustre qu'une partie de la complexité des processus et des échelles à la source des paysages hydrologiques et chimiques de nos rivières. Les utilisateurs de la ressource en eau sont toujours intéressés à actualiser leurs outils de manière à tirer parti des plus récents progrès en sciences hydrologiques. Parmi les catalyseurs, on notera la faible densité des jauges d'écoulement fluvial en comparaison des besoins en prévisions, la variabilité des cycles saisonniers des processus responsables des écoulements de surface, le manque de précision des mesures de débits, tout particulièrement à l'occasion de la débâcle printanière, ainsi que la difficulté de définir les écoulements contribuant à un bassin hydrographique donné dans de nombreuses régions. À ce jour, la contribution du Canada à ce programme s'est traduite par une participation active aux activités des comités de planification et de mise en œuvre et des groupes de recherche depuis le début de l'initiative. Le Canada a organisé trois ateliers thématiques sur la prédiction en régions froides, la prédiction en régions montagneuses et les régimes d'écoulement faible, avec le soutien de l'Union géophysique canadienne et de la Société canadienne des sciences hydrologiques (ACRH-SCSH). Ces trois ateliers ont mené à la formulation d'une série de recommandations sur

PREDICTIONS IN UNGAUGED BASINS (PUB)

les activités du programme PBNJ au Canada, qui mettent l'accent sur la recherche sur les processus physiques et le développement ultérieur d'outils et méthodologies de prévision utiles à l'intention des hydrologues. Ces ateliers se sont révélés être une approche efficace permettant de cerner à la fois les lacunes en recherche et les besoins des utilisateurs, et permettant de plus de tirer parti d'efforts de recherche collectifs. Le cadre structurel et les possibilités de recherche en hydrologie au Canada dans le cadre des principes du programme PBNJ donneront lieu à de nouvelles possibilités de collaboration.

Elasticity of hydrosphere and its contribution to the sustainable management of water resources

Rimma Vedom*

* Hydrology and Environment, 905-823-6088,
rimma@can.rogers.com

Understanding and knowledge of water resources' transformation and cycling is crucial for sustainable management of water capital. Sustainability of any particular water source restricts its variable usages to limits defined by elasticity of hydrosphere components (atmospheric, cryospheric, and lithospheric waters). Elasticity of hydrosphere can be defined as an ability of hydrosphere to sustain existing local and global thermoregimes maintaining certain long-term composition of water phases within it. The SimpleBase Delineation ModelTM was applied to estimate frequencies and amplitudes of fluctuations of main meteorological and hydrological elements of water balance. The model delineates any variation into its dynamically different components, which are in the very general case named 'base', 'inter' and 'storm' components. Identification and interpretation of the components for each particular element is still under developing.

PREDICTIONS IN UNGAUGED BASINS (PUB)

This analysis revealed two main regulatory elements for air and soil temperature changes: wind and precipitation. The type of surface and depth of groundwater table at the point of observation, specify the 'base' component of these elements, characterizing the short vertical loop of the local water cycle (evapotranspiration – precipitation). The 'inter' component of wind is highly correlated with the base component of precipitation ($R^2 = 0.98$). The 'inter' component of precipitation shows a strong correlation with the 'base' components of soil and air temperatures. The 'storm' component of precipitation is independent of the place of observation, indicating an erratic relationship between local precipitation and transcontinental movement of atmospheric moisture.

Groundwater level fluctuations have a strong correlation with the 'base' component of the stream as well as with the seasonal variation of air temperature. The unique feature of groundwater fluctuations is the equal yearly frequencies estimated from the long-term lump and year-by-year time-series.

Élasticité de l'hydrosphère et contribution à la gestion durable des ressources en eau

La compréhension et la connaissance des processus de transformation et de recyclage des ressources en eau sont cruciales pour une gestion durable du capital hydrique. La viabilité de toute source d'eau restreint ses usages potentiels aux limites définies par l'élasticité des composants de l'hydrosphère (eau atmosphérique, criosphérique et lithosphérique). On peut définir l'élasticité de l'hydrosphère comme sa capacité de soutenir les thermorégimes locaux et globaux existants qui maintiennent certaines phases hydriques. Le modèle SimpleBase Delineation Model^{MC} a été appliqué pour estimer les fréquences et les amplitudes des fluctuations des principaux éléments météorologiques et hydrologiques de l'équilibre hydrique. Le modèle permet de cerner toute variation de chaque composant dynamiquement différent, qui sont nommés, à un niveau très général,

PREDICTIONS IN UNGAUGED BASINS (PUB)

« base », « inter » et « storm ». Les méthodes d'identification et d'interprétation de ces composants pour chaque élément particulier sont encore en cours de développement.

Notre analyse a révélé deux éléments de régulation principaux pour les variations de température dans l'air et le sol : le vent et les précipitations. Le type de surface et la profondeur de la surface libre au point d'observation spécifient le composant « base » de ces éléments, qui caractérise la courte boucle verticale du cycle hydrique local (évapotranspiration – précipitations). Le composant « inter » du vent est hautement corrélé avec le composant « base » des précipitations ($R^2 = 0,98$). Le composant « inter » des précipitations montre une forte corrélation avec les composants « base » des températures du sol et de l'air. Le composant « storm » des précipitations est indépendant du lieu d'observation, ce qui indique une relation erratique entre les précipitations locales et le déplacement transcontinental de l'humidité atmosphérique.

Les fluctuations de la surface libre de la nappe sont fortement corrélées avec le composant « base » du cours d'eau ainsi qu'avec la variation saisonnière de la température de l'air. La caractéristique unique des fluctuations de l'eau souterraine réside dans les fréquences annuelles égales estimées à partir des données à long terme et des séries chronologiques d'une année sur l'autre.

Flood Risk in Oxford, Nova Scotia: Mapping flood inundation in an ungauged meso-scale watershed

Doug Stiff*, Chris Hopkinson, Ian Spooner, and Timothy Webster

* Acadia University, 902 585-1583, doug.stiff@acadiau.ca

PREDICTIONS IN UNGAUGED BASINS (PUB)

Between September 21 and 23, 1999, remnants of Hurricane Harvey converged with another active storm and 302 mm of rain fell in a 30-hour period in the area surrounding the town of Oxford, Nova Scotia. The town site is located about 40 km from the New Brunswick border and is situated on the flood-plain at the confluence of River Phillip and Black River. The damage associated with this flood event has led to the need to better understand the interplay between weather, landscape and river stage in this ungauged basin. Using the hydrological model HEC-HMS as input to the hydraulic water level model HEC-RAS we reconstruct the upper-catchment run-off events that preceded the September 1999 flood. For the upper-catchment we classify landuse using multispectral Landsat ETM+ imagery in conjunction with surficial geology maps and assign hydraulic properties to each subbasin within HEC-HMS. Within the flood-plain, we calculate vegetation heights from the LiDAR derived digital elevation model (DEM) to establish surface roughness parameters. We also use our DEM to provide a platform for flood inundation models as calculated from HEC-RAS. High-resolution DEMs derived from LiDAR are a valuable source of information and aid in the understanding of the subtle behaviour of water within ditches and along roads within a town. For comparisons we also calculate a simple best fit plane for flood inundation over the town centre (~5 km²) defined by measurements of previous flood levels with an RMS error of 37.9 cm (n=14) and compare these values against the more rigorous HEC based flood inundation methodology.

Risque d'inondation à Oxford, en Nouvelle-Écosse : Modélisation des inondations dans un bassin hydrographique non jaugé à méso-échelle

Entre le 21 et le 23 septembre 1999, l'ancien ouragan Harvey, en convergence avec une autre tempête active, a entraîné la chute de 302 mm de pluie dans une période de 30 heures dans la région d'Oxford, en Nouvelle-Écosse. La ville est située à environ 40 km de la frontière du Nouveau-Brunswick, dans la plaine inondable à la

PREDICTIONS IN UNGAUGED BASINS (PUB)

confluence des rivières Phillip et Black. L'ampleur des dégâts provoqués par cette inondation a souligné la nécessité de mieux comprendre les interactions entre la météo, le paysage et l'état des rivières dans ce bassin non jaugé. En utilisant le modèle hydrologique HEC-HMS en tant qu'intrant pour le modèle hydraulique de niveau d'eau HEC-RAS, nous avons reconstitué les événements d'écoulement de surface qui ont précédé l'inondation de septembre 1999. Pour la partie supérieure du bassin, nous classifions l'utilisation des terres au moyen d'imageries multispectrales Landsat ETM+, en conjonction avec des cartes géologiques des dépôts meubles, puis nous attribuons des propriétés hydrauliques à chaque sous-bassin selon le modèle HEC-HMS. Dans la plaine inondable, nous calculons la hauteur de la végétation au moyen du modèle altimétrique numérique (MAN) fondé sur les données LiDAR pour déterminer les paramètres de rugosité de surface. Nous utilisons aussi notre MAN en tant que plateforme pour l'élaboration de modèles d'inondation calculés en fonction du modèle HEC-RAS. Les MAN à haute résolution dérivés des données LiDAR constituent une source précieuse d'information qui peuvent nous aider à mieux comprendre le comportement subtil de l'eau dans les tranchées de drainage et le long des routes dans une ville. Aux fins de comparaison, nous avons également calculé un plan optimal simple d'inondation au centre de la ville (~5 km²), défini en fonction des mesures des niveaux de crue antérieurs avec une erreur quadratique moyenne de 37,9 cm (n=14), puis nous avons comparé ces valeurs aux données de la méthodologie HEC, qui est plus rigoureuse.

Suspended sediment dynamics of a large data-sparse drainage basin at Himalayan scale: the case of the upper Indus River

Khawaja Faran Ali* and Dirk H. de Boer

PREDICTIONS IN UNGAUGED BASINS (PUB)

* University of Saskatchewan, 306-966-1944,
kha391@mail.usask.ca

Much of the flow of the Indus River originates in the mountainous regions of the Karakoram and Himalayas, resulting in a high sediment yield which creates a number of operational and maintenance problems for downstream water use in Pakistan. An understanding of the spatial patterns of the suspended sediment yield and its prediction in the basin is therefore essential for countrys effective water resources development. An analysis of the available hydro-climatological data indicates that the upper Indus basin can be subdivided into three characteristic regions based on whether runoff production is controlled by temperature (Region 1, upper, glacierized sub-basins), precipitation caused by the monsoon and western disturbances (Region 3, lower sub-basins), or a combination of the two (Region 2, middle reach sub-basins). Analysis of the magnitude-frequency characteristics of sediment transport shows that the effective disc harge in the basin ranges from 1.5-2.0 to 5.5-6.0 times the average discharge, and decreases downstream. The specific sediment yield (SYsp) increases markedly with drainage area along the Indus River. The relationships between SYsp and 29 drainage basin attributes, derived from fine-resolution global environmental datasets, have been examined in GIS. Percent snow/ice cover (LCs) emerges as the single major land cover control for SYsp in the basin. Regression models using LCs as the single independent variable explain 47.1% of the variance in SYsp for the whole Indus basin, and 95.1% of the variance for the upper, glacierized sub-basins. Along the main Indus River, relief ratio (Rr) and mean annual precipitation (P) explain 95.0% of the variance in SYsp. For the lower monsoon region, discharge peakedness (Qpk) and P explain 89.8% of the variance. A regional-scale model for predicting sediment yield in this poorly-gauged data-sparse river basin is currently under development.

**Dynamique des sédiments en suspension dans un
bassin de drainage de grande taille à l'échelle**

PREDICTIONS IN UNGAUGED BASINS (PUB)

himalayenne sur lequel il existe peu de données : la situation du haut Indus

La majeure partie du fleuve Indus prend sa source dans les régions montagneuses du Karakoram et de l'Himalaya, ce qui donne lieu à une teneur élevée en sédiments, source de différents problèmes d'exploitation et d'entretien pour les utilisateurs d'eau en aval au Pakistan. La compréhension de la distribution spatiale des sédiments en suspension et la possibilité de prédire cette distribution dans le bassin sont donc essentielles pour le développement efficace des ressources hydriques dans les pays visés. L'analyse des données hydroclimatiques disponibles permet de diviser le bassin hydrographique de l'Indus en trois régions caractéristiques, selon que la production des écoulements de surface est contrôlée par la température (Région 1, sous-bassins supérieurs englacés), par les précipitations découlant de la mousson et des perturbations de l'Ouest (Région 3, sous-bassins inférieurs) ou par une combinaison de ces deux phénomènes (Région 2, sous-bassins moyens). L'analyse des caractéristiques magnitude-fréquence du transport des sédiments indique que le volume réel dans le bassin hydrographique varie de 1,5-2,0 à 5,5-6,0 fois le volume moyen et diminue en aval. Le volume de sédiments spécifique (SYsp) s'accroît considérablement dans l'aire de drainage le long du fleuve Indus. Les relations entre le SYsp et 29 attributs de bassin de drainage, extraits de jeux de données environnementales globales à haute résolution, ont été examinées dans le SIG. Le pourcentage de couverture neige/glace (LCs) s'est révélé être le plus important facteur contrôlant le volume SYsp dans le bassin. Des modèles de régression utilisant le pourcentage LCs en tant que seule variable indépendante permettent d'expliquer 47,1 p. 100 de la variance du volume SYsp pour l'ensemble du bassin de l'Indus et 95,1 p. 100 de la variance pour les sous-bassins supérieurs englacés. Le long du fleuve Indus, le rapport de relief (Rr) et les précipitations annuelles moyennes (P) permettent d'expliquer 95,0 p. 100 de la variance du volume SYsp. Dans le cas de la région des sous-bassins inférieurs, l'aplatissement du débit (Qpk) et les précipitations annuelles moyennes (P) permettent d'expliquer 89,8 p. 100 de la

PREDICTIONS IN UNGAUGED BASINS (PUB)

variance. Nous travaillons actuellement au développement d'un modèle à l'échelle régionale pour la prédiction de la teneur en sédiments dans ce bassin hydrologique peu jaugé, pour lequel il existe peu de données.

Effects of explicit landscape representation in a land surface scheme model

Pablo F. Dornes, John W. Pomeroy, and Alain Pietroniro
* Centre for Hydrology, University of Saskatchewan, 306
966-1484, pablo.dornes@usask.ca

Small scale topography has proven to have important effects on snow-cover heterogeneity and the timing, rate and duration of spring snowmelt. Land surface schemes (LSS) models are usually applied as means to provide reliable large scale surface states and vertical fluxes to atmospheric models. This approach has meant that small scale horizontal processes and landscape heterogeneity are either ignored or aggregated. Given that atmospheric models can provide driving meteorological variables, the application of LSS models at smaller scales including explicit representation of the landscape heterogeneity can possibly improve snow-cover ablation and vertical fluxes predictions in remote locations where snow surveys and meteorological observations are unavailable. The study was conducted in Granger Creek, an 8 km² catchment within Wolf Creek Research Basin in the Yukon Territory. Sparse and shrub tundra cover the basin, permafrost is discontinuous and all soils are fully frozen at the time of snowmelt. The objective of this study was to examine the effects of including an explicit landscape representation of snow water equivalent distribution and slope and aspect in a LSS model and examine the effects of this representation on the prediction of snow cover ablation. Results are contrasted against simulations using a uniform snow cover and no slope and aspect considerations within the model grid. To assess the

PREDICTIONS IN UNGAUGED BASINS (PUB)

importance of including these landscape attributes in a LSS model, a small-scale hydrological model was used to pre-calculate, using physically-based algorithms, radiation to slopes. A combined modelling approach that included the incorporation of both detailed process understanding and inputs along with information gained from basin-wide observations was applied. Thus, the basin was fractioned into five landscape units where independent model simulations were conducted. Results showed that the incorporation of both snow distribution and slope and aspect effects in a LSS model improved the prediction of snow water equivalent.

Effets d'une représentation explicite du paysage dans un modèle schématique de surface de terrain

On a démontré que la topographie à petite échelle exerce des effets importants sur l'hétérogénéité de l'enneigement ainsi que sur le déclenchement, la rapidité et la durée de la fonte printanière des neiges. En règle générale, des modèles schématiques de surface de terrain sont utilisés pour obtenir des mesures fiables des états de surface et des flux verticaux à grande échelle pour la création de modèles atmosphériques. Les particularités de cette approche font que les mesures des processus horizontaux à petite échelle et de l'hétérogénéité des paysages sont soit ignorées, soit regroupées. Étant donné que les modèles atmosphériques peuvent fournir des variables météorologiques, l'application de modèles schématiques de surface de terrain à de plus faibles échelles, y compris la représentation explicite de l'hétérogénéité des paysages, pourrait permettre d'améliorer les prédictions de l'ablation nivale et des flux verticaux dans les régions éloignées pour lesquelles aucune évaluation de l'enneigement et observation météorologique ne sont disponibles. L'étude a été réalisée à Granger Creek, un bassin versant de 8 km² au sein du bassin de recherches Wolf Creek, au Yukon. La végétation dans le bassin se compose de toundra arbustive clairsemée, le pergélisol y est discontinu et tous les sols sont entièrement gelés au moment de la fonte des neiges. La présente étude avait pour

PREDICTIONS IN UNGAUGED BASINS (PUB)

objectif d'examiner les effets de l'inclusion d'une représentation explicite de la distribution de l'équivalent en eau de neige ainsi que des données sur la pente et le versant du paysage dans un modèle schématique de surface de terrain, en vue d'examiner les effets de cette représentation sur la prédiction de l'ablation nivale. Les résultats sont comparés à ceux provenant de simulations en utilisant un enneigement uniforme et une pente et un versant neutres dans le modèle. Pour déterminer l'importance de l'inclusion de ces attributs de paysage dans un modèle schématique, nous avons utilisé un modèle hydrologique à petite échelle pour précalculer le rayonnement au moyen d'algorithmes matériels. Nous avons ensuite appliqué une approche de modélisation combinée incorporant à la fois une compréhension détaillée du processus et de l'information obtenue à partir des observations à l'échelle du bassin hydrographique. Ainsi, le bassin a été divisé en cinq unités de paysage, pour lesquelles des simulations indépendantes ont été réalisées. Les résultats ont montré que l'incorporation à la fois de la distribution nivale et des données de pente et de versant dans un modèle schématique de surface de terrain permet d'améliorer la prédiction de l'équivalent en eau de neige.

The vulnerability of streamflow to changes in glacier runoff under future climate change in the Saskatchewan River Basin

L. Comeau*, A. Pietroniro, P. Dornes, and M. Demuth
University of Saskatchewan, lec201@mail.usask.ca

Glaciers in Western Canada have generally been decreasing in extent over the last century. The projection of higher temperatures and subsequent higher melting rates has increased the concerns of future water sustainability of glacial-fed rivers. Much analysis has been done on past snowmelt and glacier fed streamflow trends. These analyses

PREDICTIONS IN UNGAUGED BASINS (PUB)

relate climate fluctuations with hydrological impacts at large continental and small single basin scales. Only a few studies have used hydrological models to project future glacial and snowmelt fed streamflows. In addition there is a need to develop and test hydrological models for studies on a number of watersheds on a regional scale. Such kind of approach can help to examine the effects of glacial contribution as a separate component to snowmelt runoff. The research described here analyses the impact of climate change on the glacier-fed North and South Saskatchewan River basins. The WATFLOOD hydrological model is used to project streamflow under future climate change. Research by Pietroniro et al (in press) has found that glacial contribution to streamflow is related to glacier area which has been decreasing over the last couple of decades. Moreover, the mean annual streamflow is estimated to decrease when GCM projected future climate data is applied. However this past research conducted uses the 1998 glacier extents when assessing future streamflow trends and the accuracy of WATFLOOD in modeling glacial runoff still needs to be assessed. Research by Dornes et al (in press) has compared measured streamflow data from gauges in glacierised and non-glacierised basins in this region to assess the glacier runoff contribution as a separate component to snowmelt. Therefore the first purpose of this study is to compare this observed data with the modeled glacier runoff data to assess the accuracy of WATFLOOD. The second purpose is to apply a glacier surface evolution model to WATFLOOD which will then be run with GCM climate data for the year 2050. The outputs will be examined to assess the effect of decreasing glacier extents on streamflow under future climate change in the North and South Saskatchewan Rivers.

Vulnérabilité aux changements de l'écoulement fluvial glaciaire à la suite de futurs changements climatiques dans le bassin de la rivière Saskatchewan

Pour la plupart, les glaciers de l'Ouest canadien ont décliné en superficie au cours du dernier siècle. Les prévisions de

PREDICTIONS IN UNGAUGED BASINS (PUB)

températures plus élevées et, par conséquent, de taux de fonte plus importants ont accru les inquiétudes à l'égard de la viabilité future des rivières alimentées par glaciers. De nombreuses analyses ont été menées sur les tendances passées en matière d'écoulements fluviaux alimentés par glaciers et fonte des neiges. Ces analyses établissent des liens entre les fluctuations climatiques et les répercussions hydrologiques à l'échelle du continent et à celle des bassins hydrologiques. Seules quelques études ont utilisé des modèles hydrologiques pour prédire les futurs écoulements fluviaux alimentés par glaciers et fonte des neiges. De plus, il est nécessaire d'élaborer et de tester des modèles hydrologiques afin de pouvoir mener des études sur différents bassins hydrologiques à l'échelle régionale. Une telle approche pourrait faciliter l'examen des effets de la contribution glaciaire en tant que composante distincte du ruissellement nival. La présente étude analyse les répercussions des changements climatiques sur les bassins alimentés par glaciers des rivières Saskatchewan Nord et Sud. Le modèle hydrologique WATFLOOD est utilisé pour prédire l'écoulement fluvial en fonction des changements climatiques futurs. Une recherche réalisée par Pietroniro et coll. (à l'impression) a permis de constater que la contribution glaciaire à l'écoulement fluvial dépend de la superficie du glacier, qui a été en constante diminution pendant les dernières décennies. De plus, si on applique les données MCG prévues sur le climat, on prévoit que l'écoulement fluvial annuel moyen diminuera. Toutefois, cette étude utilisait les données glaciaires de 1998 pour déterminer les tendances futures en matière d'écoulement fluvial, et l'exactitude du modèle WATFLOOD en ce qui a trait aux écoulements de surface d'origine glaciaire reste encore à évaluer. Dans une recherche menée par Dornes et coll. (à l'impression), on a comparé les données sur l'écoulement fluvial de bassins englacés et non englacés dans cette région afin d'évaluer la contribution glaciaire en tant que composante distincte de l'eau de fonte. Ainsi, la présente étude avait pour objectif principal de comparer ces données observées aux données modélisées sur la contribution glaciaire en vue de déterminer l'exactitude du modèle WATFLOOD. Le second objectif consistait à

PREDICTIONS IN UNGAUGED BASINS (PUB)

appliquer un modèle d'évolution de la surface glaciaire au modèle WATFLOOD en vue de prédire des données pour l'année 2050 au moyen des données MCG sur le climat. Les résultats seront examinés en vue de déterminer l'effet de la réduction de la superficie des glaciers sur l'écoulement fluvial à la suite des changements climatiques futurs dans les régions des rivières Saskatchewan Nord et Sud.

Comparative hydrology of James Bay peatlands in Quebec – a work in progress

Simon Tardif*, and André Saint-Hilaire

* Consortium Ouranos, INRS-ETE, 514-282-6464 ext 345,
tardif.simon@ouranos.ca

Hydrologic conditions in northern Quebec have fluctuated during the last ~400 years to reach a maximum during the 20th century. These fluctuations have effects on the hydrological dynamics of peatlands which are numerous in the region (located between the 50th and the 55th parallels). Signs of degradation in peatland vegetation structure have recently been observed and may be linked to a prolonged period of high water table position. This degradation, which tends to transform peatlands into a "more aquatic state", will hypothetically continue over the course of the next number of decades according to anticipated variations from global climate models. This peatland rich region is also the site of Hydro-Quebec's main hydropower dams (i.e. La Grande river complex). Despite this fact, peatlands are still absent from operational models used in hydrological forecasts.

The objective of this research project is to study and compare hydrological processes at 7 sites in the region (2 ombrotrophic bogs, 3 minerotrophic fens and 2 lakes). We use a water budget approach to quantify solid and liquid precipitation, runoff, evapotranspiration and water table fluctuation. These processes are calculated on an hourly

PREDICTIONS IN UNGAUGED BASINS (PUB)

time step with data obtained by a dense hydrometeorologic instrumentation network. Measured variables include rain and snow falls, air and soil temperature, relative humidity, ingoing solar radiation, atmospheric pressure, wind speed and water depth. Precipitation amounts are corrected for the wind-induced bias. Evaporation is estimated with a distinction between open water and vegetation, an important peatland particularity. Water table fluctuation is calculated with a dense and a sparse pressure transducers network. Runoff is estimated with a stage-discharge curve.

Ultimately, results will lead to a better comprehension of active processes in peatlands and will be incorporated in hydrological modeling tools to provide better water management capacity for the hydroelectric industry.

Hydrologie comparative des tourbières de la baie James, au Québec – un travail en cours

Les conditions hydrologiques dans le Nord du Québec ont fluctué ces quelque 400 dernières années, pour atteindre un niveau maximal au cours du XX^e siècle. Ces fluctuations ont une incidence sur la dynamique hydrologique des tourbières, qui sont nombreuses dans la région (entre les 50^e et 55^e parallèles). On a récemment observé des signes de dégradation de la structure de la végétation des tourbières, qui pourrait être corrélée à une période prolongée de nappe phréatique élevée. Cette dégradation, qui tend à transformer les tourbières en des « milieux plus aquatiques », devrait en principe se poursuivre au cours des prochaines décennies, selon les variations prévues à partir des modèles climatiques globaux. Cette région riche en tourbières est également le site des principaux barrages hydroélectriques d'Hydro-Québec (le complexe La Grande). Malgré cela, les tourbières sont toujours absentes des modèles opérationnels utilisés dans les prévisions hydrologiques.

Ce projet de recherche a pour objectif d'étudier et de comparer les processus hydrologiques dans sept sites de la région (deux tourbières ombrotrophes, trois tourbières

PREDICTIONS IN UNGAUGED BASINS (PUB)

minérotrophes et deux lacs). Nous utilisons une méthode axée sur le bilan hydrologique pour quantifier les précipitations solides et liquides, le ruissellement, l'évapotranspiration et la fluctuation de la nappe phréatique. Ces processus sont calculés selon une séquence chronologique horaire, et les données sont obtenues au moyen d'un réseau dense d'instruments hydrométéorologiques. Au nombre des variables mesurées, on compte les précipitations de pluie et de neige, la température de l'air et du sol, l'humidité relative, le rayonnement solaire reçu, la pression atmosphérique, la vitesse du vent et la profondeur de l'eau. Les quantités de précipitation sont corrigées en fonction du biais induit par le vent. Pour ce qui est de l'évaporation estimée, on fait une distinction entre les eaux libres et la végétation, une particularité importante des tourbières. La fluctuation de la nappe phréatique est calculée au moyen d'un réseau dense et d'un réseau épars de transducteurs de pression. Le ruissellement est estimé à partir de la courbe des débits jaugés.

Au bout du compte, les résultats aideront à mieux comprendre les processus actifs dans les tourbières et intégreront des outils de modélisation hydrologiques visant à renforcer la capacité de gestion de l'eau de l'industrie hydroélectrique.

Water Resources Applications for Small Hydro Resource Assessment

C.E. Faucher*

* Natural Resources Canada, 613-947-1598,
hanalyst@nrcan.gc.ca

Small hydro is a renewable energy source that uses little or no storage in reservoirs, often termed "run-of-river" and can bring about environmental and socio-economic benefits

PREDICTIONS IN UNGAUGED BASINS (PUB)

through integrated design, multipurpose planning, and community involvement. It can also benefit remote locations, reducing the costs and GHG emissions associated with fossil fuel transport and consumption in isolated communities.

For the development of new small hydro sites, the principal unknown is available streamflow, as most potential sites are in remote locations, in small ungauged watersheds. In addition, typically greater than 15% of small hydro site development costs are used for pre-feasibility and feasibility level studies, including resource assessment, which is a significant risk for independent small hydro developers.

Natural Resources Canada (NRCan), the National Research Council (NRC) and Environment Canada (EC) are collaborating to address fundamental requirements of the small hydropower industry, water research scientists, and the water resource management community. Building on the success of the national wind energy atlas, a web-enabled digital atlas for small hydro resource assessment and other water resource applications is proposed. The intent is to provide first estimates of resource potential for a prospective small hydro site for input into NRCan's RETScreen[®] software for pre-feasibility site assessment. The proposed atlas would contain interactive maps and tools for watershed delineation, generation of site-specific historical hydrographs, accessing EC online streamflow data, as well as physiographic and hydrometric watershed characteristics for water resources applications.

For detailed analysis, packaging of NRC's existing advanced hydrological toolkit within a GIS-enabled modelling environment is proposed. It will not only include physiographic and hydrometric watershed characteristics for Canada, but also provide engineering firms and research scientists with advanced tools for more precise estimates needed to design small hydro sites. Other communities of practice such as water resource managers may benefit from such tools as well.

PREDICTIONS IN UNGAUGED BASINS (PUB)

Applications concernant les ressources hydriques pour l'évaluation des petites centrales hydroélectriques

Les petites centrales hydroélectriques constituent des sources d'énergie renouvelable qui n'utilisent que peu ou pas de stockage dans les réservoirs; souvent appelées « centrales au fil de l'eau », elles peuvent procurer des avantages environnementaux et socio-économiques grâce à une conception intégrée, une planification à fins multiples et la participation de la collectivité. Elles peuvent aussi s'avérer bénéfiques dans les régions éloignées en entraînant une réduction des coûts et des émissions de gaz à effet de serre (GES) associés au transport et à l'utilisation de combustibles fossiles dans les collectivités isolées.

En ce qui concerne l'établissement de nouvelles petites centrales hydroélectriques, la principale donnée manquante est l'écoulement fluvial, car la plupart des sites potentiels se trouvent dans des régions éloignées, dans des bassins hydrologiques non mesurés. En outre, en général, plus de 15 % des coûts d'établissement servent à la production d'études de pré faisabilité et de faisabilité, dont l'évaluation des ressources, ce qui constitue un risque important pour les promoteurs indépendants de petites centrales.

Ressources naturelles Canada (RNCan), le Conseil national de recherches du Canada (CNRC) et Environnement Canada (EC) collaborent à l'heure actuelle afin de répondre aux exigences de base de l'industrie des petites centrales hydroélectriques, des scientifiques des recherches hydrauliques et de la collectivité de la gestion des ressources hydriques. Tablant sur le succès de l'Atlas canadien d'énergie éolienne, on propose maintenant un atlas numérique accessible sur le Web pour l'évaluation des ressources des petites centrales hydroélectriques, ainsi que d'autres applications relatives aux ressources hydriques. On cherche à obtenir des premières estimations des ressources potentielles concernant un site possible pour une petite centrale, afin de les saisir dans le logiciel RETScreen[®] de RNCan en vue de procéder à une évaluation de pré faisabilité. Le projet d'atlas comprendrait des cartes et

PREDICTIONS IN UNGAUGED BASINS (PUB)

des outils interactifs pour la délimitation du bassin hydrologique, la production d'hydrogrammes historiques particuliers au site, l'accès en ligne aux données d'EC sur l'écoulement fluvial, ainsi que des caractéristiques physiographiques et hydrométriques du bassin hydrologique aux fins d'utilisation avec les applications relatives aux ressources hydriques.

En ce qui concerne la production d'analyses détaillées, on propose une trousse d'outils hydrologiques perfectionnés existants du CNRC au sein d'un environnement de modélisation SIG. Non seulement elle inclura les caractéristiques physiographiques et hydrométriques des bassins hydrologiques, mais elle fournira également aux firmes d'ingénieurs et aux chercheurs des outils perfectionnés permettant d'obtenir les estimations plus précises requises pour concevoir les petites centrales hydroélectriques. D'autres communautés de pratique, comme les gestionnaires de ressources hydriques, pourraient également tirer avantage de tels outils.

Modelling contributing areas in prairie river basins

Dean Shaw*, Al Pietroniro, Lawrence Martz

* University of Saskatchewan, dean.shaw@shaw.ca

This study provides a methodology for determining the influence of topographic depressions on contributing area and on the hydrologic response of river basins. Topographic depressions (potholes) influence the timing and magnitude of runoff events in the basin through impoundment of spring melt and storm runoff and subsequently reduce the overall basin contributing area. Currently, water resources practitioners do not have a repeatable, scale-independent method of determining the contributing area of the basin. An examination of the methods employed by P.F.R.A and the United States Geological Survey reveal them to be highly

PREDICTIONS IN UNGAUGED BASINS (PUB)

subjective, fixed in scale, and derived based on an arbitrary definition of runoff exceedance. In the case of the PFRA, it is estimated from a median flow.

Extensive literature surveys indicate that there are currently no hydrological models that incorporate the dynamic nature of topographic depressions into a deterministic framework. It is expected that incorporating non-contributing areas into runoff calculations will improve the ability of hydrological models to simulate surface and sub-surface runoff in regions where potholes are a dominant landscape feature, such as the Canadian Prairies.

In most recent hydrological models, standard topographic analysis tools are often used (e.g. TOPAZ – Martz 1992, Shaw et al, 2005) to determine flow pathways and directions for runoff estimates. However using such established tools to try and simulate the dynamics in these regions has proven unreliable. As an example, simulation of a prairie pothole landscape at the St. Denis Wildlife Area using a LIDAR based digital elevation model with current topographic analysis tools has proved to be highly unsatisfactory. This work proposes a new algorithm that uses a pothill-filling algorithm based on the local contributing area estimated on a cell-by-cell basis. Potholes are filled to a pre-determined sill elevation where they can then drain to an adjacent pothole. An iterative solution to re-distribute water through the landscape is required in order to obtain a proper water balance. Surface runoff in this scheme can be calculated using a sophisticated land-surface scheme to a simple runoff ratio. The results in the St. Denis region show promising results.

**Developing Computer Models to Integrate Hydrology
and Meteorology**

PREDICTIONS IN UNGAUGED BASINS (PUB)

Davison, B. *, A. Pietroniro, V. Fortin, E.D. Soulis and D. Versegny

* Environment Canada, 306-975-5788,
bruce.davison@ec.gc.ca

Due to limited data availability in Canada, models are increasingly being relied upon to help people make decisions. Different models are useful for different purposes and it's important to be aware of both benefits and limitations that models provide. One effort in Canada to improve our ability to model hydrologic processes is taking place within the Hydrometeorology and Arctic Laboratory (HAL) in Saskatoon, Saskatchewan in collaboration with Recherche Prvision Numrique (RPN) in Dorval, Quebec, the Atmospheric and Climate Sciences Directorate in Downsview, Ontario, and the University of Waterloo in Ontario. The modelling platform being developed is called Modlisation Environnementale Communautaire/Environment Community Model (MEC) and it is being developed as an experimental version of the Global Environmental Multiscale (GEM) Numerical Weather Prediction (NWP) model. Efforts are being undertaken to develop the modelling platform to truly make it a community model, with the goal of speeding-up technology transfer between hydrological science and operational hydrology and meteorology.

Élaboration de modèles numériques intégrant des données hydrologiques et météorologiques

En raison de la disponibilité limitée de certaines données au Canada, les décideurs comptent de plus en plus souvent sur la modélisation pour prendre leurs décisions. Différents modèles sont utiles pour des besoins spécifiques, et il importe d'être bien conscient à la fois des avantages et des inconvénients offerts par la modélisation. L'un des efforts menés actuellement au Canada pour accroître notre capacité de modélisation des processus hydrologiques se déroule au Hydrometeorology and Arctic Laboratory (HAL) de Saskatoon, en Saskatchewan, en collaboration avec Recherche prévision numérique (RPN) à Dorval, au Québec,

PREDICTIONS IN UNGAUGED BASINS (PUB)

l'Atmospheric and Climate Sciences Directorate à Downsview, en Ontario, et l'Université de Waterloo, en Ontario. La plateforme de modélisation en cours de développement, Modélisation environnementale communautaire/Environment Community Model, est une version expérimentale du modèle de prévision numérique du temps (PNT) du modèle global environnemental multi-échelle (GEM). Nous travaillons actuellement au développement de la plateforme de modélisation de manière à faire un modèle réellement communautaire, avec l'objectif d'accélérer les transferts de technologies entre l'hydrologie théorique et l'hydrologie et la météorologie pratiques.

Regional frequency analysis of extreme suspended sediment concentrations in North America

Yves Trambly, Andre St-Hilaire*, and Taha B.M.J. Ouarda

* INRS-ETE, 418-654-3113, andre_st-hilaire@ete.inrs.ca

Sediments in streams are considered by The U.S. Environmental Protection Agency to be the main pollutants of rivers systems. Extreme suspended sediment concentrations (SSC) possibly carry high amounts of pollutants, they are a threat to aquatic life beyond certain thresholds, and they also increase the cost of water treatment processes. By adapting some methods used for flood prediction and regionalization for ungauged basins based on a probabilistic approach, we estimated extreme suspended sediment concentrations using the physiographic characteristics of the watersheds. The first step performed was an at-site frequency analysis of extreme events and an estimation of return periods for gauged sites. Correlations between extreme SSC and discharge were investigated as well as seasonal patterns. The second step was the delimitation of regions by several statistical or geographical methods then regional estimation within these areas using multiple regressions. A database of 149 hydrometric stations

PREDICTIONS IN UNGAUGED BASINS (PUB)

in the USA and Canada with daily SSC and discharge was created. Watershed characteristics of these stations such as land use, soils parameters, topography, elevation and climate were compiled in a geographic information system. This dataset was used to define homogeneous groups of watersheds based on their physiographic characteristics, in order to proceed with the regional estimation of extreme suspended sediment concentration. The accuracy of this proposed methodology was tested using a Jack-Knife resampling procedure.

Analyse fréquentielle régionale des concentrations de sédiments en suspension extrêmes en Amérique du Nord

La Environmental Protection Agency américaine juge que la présence de sédiments dans les cours d'eau constitue la principale source de pollution des réseaux hydrographiques. Les concentrations de sédiments en suspension (CSS) extrêmes transportent théoriquement de fortes quantités de polluants, constituent une menace pour la vie aquatique au-delà de certains seuils et accroissent aussi le coût des processus d'épuration des eaux. En adaptant certaines méthodes utilisées normalement pour la prédiction des inondations et la régionalisation dans les bassins non jaugés, au moyen d'une approche probabiliste, nous avons été en mesure d'estimer les CSS extrêmes en utilisant les caractéristiques physiographiques des bassins hydrographiques. La première étape consistait à réaliser une analyse fréquentielle sur place des événements extrêmes pour obtenir une estimation des périodes de récurrence correspondant aux sites jaugés. Les corrélations entre les CSS extrêmes et le débit ont été étudiées, de même que les schémas saisonniers. La seconde étape consistait à délimiter les régions au moyen de plusieurs méthodes statistiques ou géographiques, puis à établir des estimations régionales dans ces régions au moyen de régressions multiples. Nous avons créé une base de données regroupant les mesures quotidiennes des CSS et des débits faites par 149 stations hydrométriques aux É.-U. et au Canada. Les

PREDICTIONS IN UNGAUGED BASINS (PUB)

caractéristiques des bassins hydrographiques mesurées par ces stations, telles que l'utilisation des terres, les paramètres pédologiques, les données topographiques, l'élévation et le climat, ont été regroupées dans un système d'information géographique. Le jeu de données obtenu a été utilisé pour définir des groupes homogènes de bassins hydrographiques en fonction de leurs caractéristiques physiographiques en vue de procéder à une estimation régionale des concentrations de sédiments en suspension extrêmes. L'exactitude de la méthodologie proposée a été testée au moyen d'une procédure de rééchantillonnage Jack-Knife.

Application of HSPF for streamflow simulations in ungauged basins

Igor Iskra* and Ronald Droste

* University of Ottawa, Department of Civil Engineering, 613-562-5800 ext 6139, igoriskra@hotmail.com

Canada Hydrologic Simulation Program Fortran (HSPF) was used for streamflow simulations in a number of gauged and ungauged watersheds in Eastern Ontario. The drainage areas of the watersheds varies between 75 and 4,000 km². The model was calibrated using Gauss-Marquardt-Levenberg and Shuffled Complex Evolution methods developed at the University of Arizona. The objective function (OF) was formulated as a sum of log transformed daily flows. It was assumed that the optimal parameter set corresponds to the minimum value of the OF. The 12 most sensitive HSPF parameters were involved in the model calibration. They were studied at different spatial scales and it was found that HSPF parameters are not scale dependent and can be transferred from neighbouring watersheds. Parameter uncertainty and sensitivity do not exhibit much scale dependency as well. The parameter transfer approach was used for predicting streamflow in ungauged watershed. The performance statistics showed close results. It was

PREDICTIONS IN UNGAUGED BASINS (PUB)

concluded that HSPF can be used successfully for flow simulations in neighbouring ungauged watersheds assuming that detailed digital elevation data exist. The impact of digital elevation model resolution and watershed area on HSPF topographical parameters (area, cross-section geometry, length and slope of overland plane, stream length, and elevation differences) and their uncertainty was studied.

Application du modèle hydrologique HSPF aux simulations d'écoulement fluvial dans les bassins hydrographiques non jaugés

Le modèle hydrologique canadien HSPF (Hydrologic Simulation Program Fortran) a été utilisé pour réaliser des simulations d'écoulement fluvial pour différents bassins hydrographiques jaugés et non jaugés dans l'Est de l'Ontario. Les aires de drainage des bassins visés varient de 75 à 4 000 km². Le modèle a été calibré au moyen de la méthode Gauss-Marquardt-Levenberg et de la méthode d'évolution complexe permutée élaborée à l'University of Arizona. La fonction d'objectif (FO) a été formulée en tant que somme des écoulements quotidiens après transformation logarithmique. On a supposé que le jeu de paramètres optimal correspond à la valeur minimale de la FO. Les 12 paramètres HSPF les plus sensibles ont été utilisés pour la calibration du modèle. Ils ont été étudiés à différentes échelles spatiales, et nous avons constaté que les paramètres HSPF sont indépendants de l'échelle et peuvent être transférés des bassins hydrographiques avoisinants. L'incertitude et la sensibilité des paramètres ne présentent pas non plus une grande dépendance à l'échelle. L'approche du transfert des paramètres a été utilisée pour prédire l'écoulement fluvial dans les bassins hydrographiques non jaugés. Les statistiques sur le rendement ont montré des résultats rapprochés. Nous avons conclu que le modèle HSPF peut être utilisé avec succès pour la simulation des écoulements dans les bassins hydrographiques non jaugés avoisinants, en supposant que des données altimétriques numériques détaillées existent. L'étude a évalué les répercussions de la résolution du

PREDICTIONS IN UNGAUGED BASINS (PUB)

modèle altimétrique numérique et du bassin hydrographique sur les paramètres topographiques HSPF (superficie, géométrie des coupes transversales, longueur et pente du plan de surface, longueur du ruissellement et différences d'élévation) et leur degré d'incertitude.

RECLAMATION, RESTORATION & REHABILITATION OF WETLANDS & WATERSHEDS (RRRW)

The Preservation, Restoration and Enhancement of National and International Watersheds and Wetlands - Failures, Successes and Future Challenges

Ron W. Coley*, Dale Wrubleski

* Coley Water Resource and Environmental Consultants,
204-642-9947, roncoley@mts.net

A watershed is an ecosystem with complex interacting natural and human components, including upland plant communities, wetlands, riparian areas, rivers, lakes, and streams, all of which affect surface and ground water quality and quantity. These features must be preserved, restored and, when required, enhanced. Land use, alterations to landscape features and modifications to water regimes have a direct influence on surface and groundwater bodies. Integrated watershed planning is required for the preservation, restoration and enhancement of watersheds and their water resource components. Wetland conservation, restoration and enhancement provide some of the most tangible opportunities for implementing Sustainable Development Principles in watersheds.

In Botswana, Africa, parts of the Okavango River watershed, including the Okavango Delta and some irrigated farming areas, were threatened by the negative impacts of a proposed development to extract water from the Delta and store it further downstream to satisfy broad domestic, agricultural and industrial needs. On the coastline of the Black Sea, in Crimea, Ukraine, the construction of a highway isolated a coastal lagoon from the sea. This undertaking, along with the agriculture activities in the surrounding upland areas, was not environmentally compatible. On the coastline of Bahamas, highway construction isolated coastal bays from the ocean. This has caused negative habitat impacts and blocked the flow of essential nutrients from these bays to the ocean's coral, fish and vegetation. In Manitoba, Canada, drainage of Lizard Marsh to provide hay for cattle degraded the quality of waterfowl and wildlife habitat.

RECLAMATION, RESTORATION & REHABILITATION OF WETLANDS & WATERSHEDS (RRRW)

Integrated watershed planning, applied to each of these cases, developed multi-purpose alternatives that satisfied the Principles of Sustainable Development. The needs of society, the environment and the economy were met, and these alternatives did not have negative environmental and societal impacts. If this planning process were not utilized, it would be difficult and often impossible to adhere to the Principles of Sustainable Development.

Préservation, restauration et amélioration des bassins hydrologiques et des milieux humides nationaux et internationaux – Échecs, succès et défis futurs

Un bassin hydrologique est un écosystème où interagissent de façon complexe des composantes naturelles et humaines, incluant des communautés végétales de milieux secs, des terres humides, des zones riveraines, des rivières, des lacs et des ruisseaux, qui influent tous sur la qualité et la quantité des eaux souterraines et de surface. Ces propriétés doivent être préservées, restaurées et, au besoin, améliorées. L'utilisation du sol, les transformations d'éléments paysagers et les modifications des régimes hydrologiques ont une incidence directe sur les eaux de surface et les nappes d'eau souterraine. La planification intégrée des bassins hydrologiques est nécessaire pour assurer la préservation, la restauration et l'amélioration des bassins hydrologiques et de leurs ressources hydriques. La conservation, la restauration et l'amélioration des milieux humides sont au nombre des occasions les plus tangibles de mettre en œuvre les principes du développement durable dans les bassins hydrologiques.

Au Botswana, en Afrique, des parties du bassin hydrologique du fleuve Okavango, incluant le delta de l'Okavango et certaines zones agricoles irriguées, étaient menacées par les répercussions négatives d'un projet de développement qui consistait à pomper l'eau du delta et à l'emmagasiner plus loin en aval pour répondre aux grands besoins

RECLAMATION, RESTORATION & REHABILITATION OF WETLANDS & WATERSHEDS (RRRW)

domestiques, agricoles et industriels. Sur la côte de la mer Noire, en Crimée, en Ukraine, la construction d'une autoroute a isolé une lagune côtière de la mer. Cette réalisation, en plus des activités agricoles dans les zones sèches environnantes, n'était pas compatible sur le plan environnemental. Sur la côte des Bahamas, la construction d'une autoroute a isolé des baies côtières de l'océan. Ces travaux ont entraîné des répercussions négatives sur l'habitat et ont bloqué l'écoulement d'éléments nutritifs essentiels de ces baies vers les coraux, les poissons et la végétation de l'océan. Au Manitoba, au Canada, l'assèchement d'un marais pour en faire un pâturage pour les bovins a dégradé la qualité de l'habitat de la faune, particulièrement celui de la sauvagine.

La planification intégrée des bassins hydrologiques, appliquée à chacun de ces cas, a permis d'élaborer des solutions de rechange polyvalentes qui respectaient les principes du développement durable. Les besoins sociaux, environnementaux et économiques étaient comblés, et ces solutions de rechange n'ont pas entraîné de répercussions négatives pour la société et l'environnement. Si ce processus de planification n'avait pas été utilisé, il aurait été difficile, voire souvent impossible, de respecter les principes du développement durable.

Comparison of mechanistic and data driven approaches in assessing the hydrologic performance of reconstructed watersheds

L. Bachu*, N. Kesta, and A. Elshorbagy

* Centre for Advanced Numerical Simulation (CANSIM),
Department of Civil and Geological Engineering, University
of Saskatchewan, 306- 966-5377, lnrao.bachu@usask.ca

RECLAMATION, RESTORATION & REHABILITATION OF WETLANDS & WATERSHEDS (RRRWW)

Reconstructed watersheds are the evolving watersheds, which take considerable time (years) to mould themselves to the stage of natural watersheds in restoring their ability to support the ecological system. In this process of restoration, the major concern is the watershed ability of storing enough soil moisture content in order to meet the water requirements for vegetation. Modeling this soil moisture will help in the assessment of the hydrologic performance of the reconstructed watersheds. Mechanistic and data driven approaches are in more frequent usage in hydrological modeling studies owing to their potentiality. However, the selection of the approach is based on several issues, such as computational expense, simplicity, accuracy, economic, management factors. Oil sands mining industry in northern Alberta constructed experimental watersheds (soil covers) made of a thin peat layer overlaying on a secondary layer of glacial till. One of these watersheds is considered in this study. The soil moisture modeling of each layer is carried out with meteorological input parameters using a mechanistic approach (a developed system dynamics watershed model) and a data driven approach (Artificial neural networks and genetic programming) as two separate methodologies. The obtained soil moisture has been used to calculate soil moisture deficit, which is defined as the daily change in soil moisture content. Consequently, frequency curves of maximum annual soil moisture deficit are derived to evaluate the long term hydrologic performance of the reconstructed watersheds. Low annual maximum soil moisture deficit for the designed probability of soil cover failure is observed in the data driven approach compared to the values obtained using the mechanistic model. Frequent and high surplus water incidents resulted from the data driven approach compared to the mechanistic approach. Data driven approach survives as an alternative approach for the mechanistic modeling approach for assessment purposes of reconstructed soil covers. Integration of mechanistic and data driven approaches in the future could be more helpful in capturing the dynamic hydrological components, such as evapotranspiration in the reconstructed watersheds in semi arid regions.

RECLAMATION, RESTORATION & REHABILITATION OF WETLANDS & WATERSHEDS (RRRWW)

Comparaison de l'efficacité de l'approche mécaniste et de l'approche axée sur les données pour évaluer la performance hydrologique de bassins hydrologiques reconstruits

Les bassins hydrologiques reconstruits sont des bassins en évolution, et de nombreuses années peuvent s'écouler avant que ceux-ci puissent retrouver les caractéristiques des bassins hydrologiques naturels en restaurant leur capacité à soutenir le système écologique. Dans ce processus de restauration, la principale préoccupation est la capacité du bassin hydrologique à retenir suffisamment d'humidité dans le sol pour répondre aux besoins en eau de la végétation. La modélisation de l'humidité dans le sol aidera à évaluer la performance hydrologique des bassins hydrologiques reconstruits. Les approches mécaniste et axée sur les données sont les plus fréquemment utilisées dans les études de modélisation hydrologique en raison de leur potentialité. Toutefois, la sélection de l'approche dépend de plusieurs questions, telles que les besoins informatiques, la simplicité, l'exactitude, les enjeux économiques et les facteurs de gestion. Les entreprises minières qui exploitent les sables bitumineux dans le nord de l'Alberta ont construit des bassins hydrologiques expérimentaux (couvertures de sol) composés d'une mince couche de tourbe recouvrant une couche secondaire de moraine. Un de ces bassins hydrologiques est examiné dans le cadre de cette étude. La modélisation du taux d'humidité de chaque couche du sol est effectuée à partir de paramètres météorologiques en utilisant deux méthodologies distinctes, soit une approche mécaniste (un modèle élaboré de la dynamique du système du bassin hydrologique) et une approche axée sur les données (réseaux neuronaux artificiels et programmation génétique). Le taux d'humidité dans le sol obtenu a été utilisé pour calculer le déficit en humidité du sol, défini comme étant la variation quotidienne de la teneur en eau dans le sol. Par conséquent, les courbes de fréquence du déficit en humidité dans le sol annuel maximal sont dérivées pour évaluer la

RECLAMATION, RESTORATION & REHABILITATION OF WETLANDS & WATERSHEDS (RRRWW)

performance hydrologique à long terme des bassins hydrologiques reconstruits. Un faible déficit en humidité maximal annuel pour la probabilité prévue d'échec de la couverture de sol est observé avec l'approche axée sur les données comparativement aux valeurs obtenues en utilisant le modèle mécaniste. L'approche axée sur les données a permis de repérer des excès d'eau fréquents et élevés comparativement à l'approche mécaniste. L'approche axée sur les données est une solution de rechange à l'approche de modélisation mécaniste aux fins d'évaluation des couvertures de sol reconstruites. L'intégration des approches mécaniste et axée sur les données à l'avenir pourrait permettre de mieux cerner les éléments hydrologiques dynamiques, tels que l'évapotranspiration dans les bassins hydrologiques reconstruits dans des régions semi-arides.

Model structure uncertainty and its significance in improving the reliability of hydrological models for reconstructed watersheds

Kamban Parasuraman* and Amin Elshorbagy

* University of Saskatchewan, 306-966-5377,
kap923@mail.usask.ca

Models play an important role in understanding the complex hydrological processes of the reconstructed watersheds with regards to their restoration, reclamation, and rehabilitation strategies. Nevertheless, most hydrologic models are inherently imperfect as they abstract and simplify complex hydrological patterns and processes. Paradoxically, the status quo of uncertainty modeling in hydrological literature is to assume a deterministic model structure with parameters treated as imperfectly known. The improbability estimated by these traditional approaches uncovers only a minor share of the actual uncertainty, since they neglect the uncertainty associated with model structure by assuming it as

RECLAMATION, RESTORATION & REHABILITATION OF WETLANDS & WATERSHEDS (RRRWW)

deterministic. This study highlights the importance of incorporating model structure uncertainty in the modeling framework to improve the reliability of the model estimates. A modeling framework which accounts for the model structure uncertainty is developed using statistical resampling techniques and self-organizing algorithms. The performance of the proposed modeling framework is analyzed with regards to its ability in characterizing the evapotranspiration process in reconstructed watersheds. Eddy-Covariance (EC) measured actual evapotranspiration is modeled as a function of net-radiation, air temperature, ground temperature, relative humidity, and wind speed. Compared to the model parameter uncertainty, the relative contribution of model structure uncertainty to the total uncertainty is shown to be more important. The results indicate that it is difficult, if not impossible, to achieve better prediction and less uncertainty simultaneously. Also, the study advocates that the search to find the optimal model could be replaced by the quest to unearth possible models for characterizing hydrological processes. The modeling framework proposed in this study would bear a special significance in developing effective restoration strategies for the reconstructed watersheds by providing better estimates of the reliability of model outputs.

Incertitude associée à la structure des modèles et importance d'en tenir compte pour améliorer la fiabilité des modèles des bassins hydrologiques reconstruits

Les modèles jouent un rôle important pour permettre de comprendre les processus hydrologiques complexes des bassins hydrologiques reconstruits en ce qui concerne les stratégies de restauration, de remise en état et de réhabilitation. Toutefois, la plupart des modèles hydrologiques sont en soi imparfaits puisqu'ils résumant et simplifient les patrons et processus hydrologiques complexes. Paradoxalement, le statu quo de la modélisation de l'incertitude dans la documentation spécialisée en hydrologie est fondé sur une structure de modèle déterministe où les paramètres sont traités comme étant

RECLAMATION, RESTORATION & REHABILITATION OF WETLANDS & WATERSHEDS (RRRWW)

connus de façon imparfaite. L'improbabilité évaluée par ces approches traditionnelles révèle uniquement une faible part de l'incertitude réelle, puisque ces approches ne tiennent pas compte de l'incertitude associée à la structure des modèles en présupposant qu'elle est de nature déterministe. Cette étude souligne l'importance de tenir compte de l'incertitude associée à la structure des modèles dans le cadre de modélisation pour améliorer la fiabilité des évaluations fondées sur les modèles. Un cadre de modélisation qui tient compte de l'incertitude associée à la structure des modèles est élaboré en utilisant des méthodes de rééchantillonnage statistique et des algorithmes auto-organiseurs. Le rendement du cadre de modélisation proposé est analysé en fonction de sa capacité à caractériser le processus d'évapotranspiration dans des bassins hydrologiques reconstruits. L'évapotranspiration réelle mesurée par la technique Eddy-Covariance (EC) est modélisée en fonction de la radiation nette, de la température de l'air, de la température du sol, de l'humidité relative et de la vitesse du vent. Comparativement à l'incertitude associée aux paramètres des modèles, il a été montré que la contribution relative de l'incertitude associée à la structure des modèles à l'incertitude totale est plus importante. Les résultats indiquent qu'il est difficile, voire même impossible, d'obtenir de meilleures prédictions tout en ayant moins d'incertitudes. De plus, l'étude fait valoir que la recherche visant à trouver le modèle optimal pourrait être remplacée par une quête visant à découvrir les modèles possibles permettant de caractériser les processus hydrologiques. Le cadre de modélisation proposé dans cette étude serait particulièrement utile à l'élaboration de stratégies de restauration efficaces des bassins hydrologiques reconstruits en permettant de mieux évaluer la fiabilité des sorties des modèles.

RECLAMATION, RESTORATION & REHABILITATION OF WETLANDS & WATERSHEDS (RRRWW)

Environmental Assessment and Remediation of the Former East Tailings Management Area Lynn Lake, Manitoba

Eric-L. Blais*

* UMA Engineering, 204-928-7405,

Eric.Blais@uma.aecom.com

Mining and mineral processing in Lynn Lake dates back to the early 1950s. Over the next few decades more than 20 million tonnes of tailings were deposited in the East Tailing Management Area, an area covering more than 200 hectares. The method of siting and operating the tailings management facility was typical to mine practices of the 50s and 60s and did not include a closure plan with considerations such tailings submergence or the application of cover technologies to limit long term oxidation and acid generation. The tailings materials almost immediately began to oxidize generating acidic drainage with elevated sulphates and other dissolved metals. Surface water is not presently treated before it drains east and enters the Lynn River. Numerous studies have been done on the mineralogy, geochemistry and hydrogeology of the tailings basin. These have been in response to concerns about the environmental impact that the tailings and associated drainage may be having on human health or the natural environment. Most recently, studies have focused on quantifying the transport pathways and degree of impairment in order to develop rationale objectives for remedial works. The presentation will summarize the studies that have been undertaken and discuss the remedial measures being considered some of which are in the field trial stage.

Évaluation environnementale et restauration de l'ancienne zone est de gestion des résidus de Lynn Lake au Manitoba

Les activités d'exploitation minière et de minéralurgie à Lynn Lake remontent au début de années 1950. Au cours de

RECLAMATION, RESTORATION & REHABILITATION OF WETLANDS & WATERSHEDS (RRRWW)

quelques décennies, plus de 20 millions de tonnes de résidus ont été déposés dans la zone est de gestion des résidus, d'une superficie de plus de 200 hectares. La façon de choisir le site et d'exploiter les installations de gestion des résidus était typique des pratiques minières en vigueur dans les années 1950 et 1960. Cette méthode ne prévoyait pas de plan de fermeture assorti de considérations telles que la submersion des résidus ou l'application de technologies de couverture pour limiter l'oxydation à long terme et la production d'acide. Les résidus ont commencé presque immédiatement à s'oxyder, ce qui produit des eaux de drainage acides ayant une teneur élevée en sulfates et autres métaux dissous. À l'heure actuelle, l'eau de surface n'est pas traitée avant de se drainer vers l'est et de s'écouler dans la rivière Lynn. De nombreuses études ont porté sur la minéralogie, la géochimie et l'hydrogéologie du bassin de résidus. Celles-ci ont été menées en raison des inquiétudes concernant les répercussions environnementales potentielles des résidus et des eaux de drainage associées sur la santé humaine ou le milieu naturel. Plus récemment, des études ont cherché à quantifier les voies de transport et le degré de dégradation dans le but de fixer des objectifs rationnels de restauration. La présentation résume les études qui ont été entreprises et traite des mesures de restauration qui sont examinées, dont certaines sont rendues à l'étape de l'essai en conditions réelles.

Unauthorized Water Drainage—The Saskatchewan Scene

Geraldine Perron*

* Farmer, Kelvington, SK, 306-327-5272,
jj.perron@sasktel.net

Water importance is finally being recognized, and as a farmer and grandmother living in rural Saskatchewan, I was

RECLAMATION, RESTORATION & REHABILITATION OF WETLANDS & WATERSHEDS (RRRWW)

delighted to read that restoration, reclamation and rehabilitation of wetlands and watersheds would be discussed at the upcoming CWRA Conference.

To encourage farmers to prepare more cropland, the west built on agriculture, used the "Quota System" whereby farmers could sell 'X' number of bushels of grain grown on 'X' number of acres. Grasslands were plowed and trees were removed with wonton abandonment. In the southern regions, water supplies were not as plentiful, but in the parkland small bodies of water, sloughs, interfered.

In Saskatchewan, the Department of Agriculture was divided and on January 1, 1981 Sask Water formed, and "The Drainage Control Regulations" became law. From 1905 to 1980, the landscape of this province changed drastically as many small bodies of water were drained by a series of ditches created by farmers and the development of roads. With the new "Sask Water" legislation of 1981, ditches that had been previously created were "Grandfathered"-- made legal. Agriculture was changing; farms and machinery were getting larger. The destruction increased. If you read the never enforced 1981 legislation, it clearly states that it is against the law to create a ditch without a proper license.

A process exists whereby a farmer negatively affected by another's unlicensed drainage can for the fee put in a complaint to Sask Water who in turn will investigate and make a ruling. This ruling can go to an Appeal Hearing consisting of six lay people. Following this, the complainant can go to District Court. The whole event is basically a waste of time, money and nothing is ever enforced -a make-work program for government employees.

We are creating a disaster that will soon be irreversible as we are losing important habitat, recharge and purification systems. Someone must discontinue the damage very soon. Government must be accountable.

RECLAMATION, RESTORATION & REHABILITATION OF WETLANDS & WATERSHEDS (RRRWW)

Drainage non autorisé – le portrait de la Saskatchewan

L'importance de l'eau est finalement reconnue, et en tant qu'agricultrice et grand-mère vivant dans une zone rurale de la Saskatchewan, je suis très heureuse d'apprendre que la restauration, la remise en état et la réhabilitation des terres humides et des bassins hydrologiques sont des sujets qui seront discutés à la prochaine conférence de l'ACRH.

Pour encourager les agriculteurs à aménager davantage de terres cultivables, l'Ouest dont le développement est lié à l'agriculture a utilisé un « système de quota » en vertu duquel les agriculteurs pouvaient vendre un nombre « X » de boisseaux de grains cultivés sur un nombre « X » d'acres. Les prairies ont été labourées, et les arbres ont été abattus sans ménagement. Dans les régions du sud, les réserves d'eau n'étaient pas si abondantes mais, dans la forêt-parc, de petits plans d'eau, des marécages, nuisaient à l'expansion des terres cultivables.

En Saskatchewan, le ministère de l'Agriculture a été divisé, et le 1^{er} janvier 1981, l'organisme Sask Water a été créé, et le « Drainage Control Regulations » est devenu une loi. De 1905 à 1980, le paysage de cette province a changé dramatiquement puisque de nombreux petits plans d'eau ont été drainés par une série de fossés creusés par les agriculteurs et en raison de l'aménagement de routes. En vertu de la nouvelle législation de « Sask Water » adoptée en 1981, les fossés existants qui ont bénéficié d'une clause de droits acquis ont été déclarés légaux. L'agriculture était en pleine évolution; la taille des exploitations agricoles et de la machinerie augmentait. La destruction s'est poursuivie. La législation de 1981 qui n'a jamais été appliquée indique pourtant clairement qu'il est interdit de creuser un fossé sans avoir un permis approprié.

Il existe un processus en vertu duquel un agriculteur qui subi les conséquences négatives du drainage non autorisé effectué par un autre agriculteur peut déposer une plainte auprès de Sask Water qui fera enquête et rendra une

RECLAMATION, RESTORATION & REHABILITATION OF WETLANDS & WATERSHEDS (RRRWW)

décision. Cette décision peut faire l'objet d'une audience d'appel devant un groupe composé de six profanes. Par la suite, le plaignant peut s'adresser à la cour du district. L'ensemble du processus est ni plus ni moins qu'une perte de temps et d'argent, et aucune décision n'est appliquée – il s'agit d'un programme de création d'emplois artificiels pour les fonctionnaires.

Nous sommes responsables d'un désastre qui sera bientôt irréversible puisque nous perdons d'importants habitats et systèmes de réalimentation et de purification. Quelqu'un doit faire cesser les dommages sans délai. Le gouvernement doit être imputable.

TECHNOLOGY TRANSFER – REGIONAL, NATIONAL, & GLOBAL DIMENSIONS (TT)

Technology and Input Water Quality Opportunities in Agriculture

Larry Braul* and Robert Butler

* Agriculture and Agri-Food Canada, 306-780-6652,
braull@agr.gc.ca

Agriculture makes a significant contribution to the Canadian economy, and contributes to the employment of one in eight Canadians. The sector traditionally has faced challenges with respect to water supply (shortages and surpluses) and quality. Implementing technology to deal with these issues has presented both challenges and opportunities. Economic realities have been the most rapid change agents, and technology has rapidly changed production systems as producers seek economies and efficiencies. Supporting systems such as water and waste are not viewed as profit centres, and hence experience a lag time in development and adoption.

Economic and environmental opportunities exist for agriculture if the input water quality is considered. Existing and new technologies present solutions, yet there are many hurdles to successfully adopting these technologies. Existing technologies are frequently misunderstood, and / or poorly implemented. There is a resistance to new technologies as they are unknown, with high perceived risk and unproven economics.

This presentation outlines the water quality challenges faced by the agriculture sector, and how Prairie Farm Rehabilitation Administration (Agriculture and Agri-Food Canada) is involved with producers, researchers and the treatment industry to develop and encourage the adoption of beneficial management practices that improve input water quality.

La technologie et les possibilités liées à la qualité de l'eau dans le secteur de l'agriculture

TECHNOLOGY TRANSFER – REGIONAL, NATIONAL, & GLOBAL DIMENSIONS (TT)

L'agriculture joue un rôle considérable dans l'économie canadienne et contribue à l'emploi d'un Canadien sur huit. Par le passé, ce secteur a dû relever des défis en ce qui a trait à l'approvisionnement en eau (pénuries et surplus) et à la qualité de l'eau. La mise en place de nouvelles technologies en vue de résoudre ces problèmes a été freinée par des obstacles, mais a aussi permis d'en arriver à de nouvelles possibilités. Le contexte économique s'est voulu l'agent qui a entraîné les changements les plus rapides. Quant à la technologie, elle a entraîné une modification rapide des systèmes de production pour les producteurs souhaitant réaliser des économies. Les systèmes de soutien comme l'approvisionnement en eau et la gestion des déchets ne sont pas considérés comme des centres de profit; leur élaboration et leur adoption accusent donc du retard.

Des possibilités économiques et environnementales se présentent dans le secteur de l'agriculture si on tient compte de la qualité de l'eau. Les technologies actuelles et les nouvelles technologies entraînent de nouvelles solutions, mais l'adoption de ces technologies est freinée par de nombreux obstacles. Les technologies actuelles sont souvent mal connues et mises en œuvre de façon inefficace. On constate une certaine réticence à l'égard des nouvelles technologies en raison du fait qu'elles sont inconnues, qu'elles présentent un haut niveau de risque perçu et qu'elles ne sont pas éprouvées sur le plan économique.

Le présent exposé aborde les défis que le secteur agricole doit relever en ce qui a trait à la qualité de l'eau et fait état de la participation de l'Administration du rétablissement agricole des Prairies (Agriculture et Agroalimentaire Canada) auprès des producteurs, des chercheurs et de l'industrie du traitement des eaux en vue de favoriser l'adoption de pratiques de gestion bénéfiques qui améliorent la qualité de l'eau.

TECHNOLOGY TRANSFER – REGIONAL, NATIONAL, & GLOBAL DIMENSIONS (TT)

Phytoremediation of Oil Sands Naphthenic Acids – Evidence for Selective Uptake in Cattails

J.V. Headley*, S. Armstrong, K.M. Peru and J. Germida

* Environment Canada, 306-975-5746,

john.headley@ec.gc.ca

The environmental effects of oil sands materials and tailings pond water on the fauna of aquatic systems have been the subject of much research. In Alberta, Canada where the Athabasca Oil Sands are mined, the provincial environmental legislation prohibits the release of potentially toxic waste streams and no oil sands tailings are deliberately released to ground or surface water supplies. In the Athabasca Oil Sands, naphthenic acids constitute about 2% by weight of the total bitumen samples. Naphthenic acids are defined as carboxylic acids which include one or more saturated ring structures, though the definition has become more loosely used to describe the range of organic acids found within crude oil. The structural formulae may be described by $C_nH_{2n+z}O_2$, where “z” is referred to as the “hydrogen deficiency” and is a negative, even integer. As a proof of concept, wetland plants were grown in hydroponic systems to determine whether there was evidence for uptake of oilsands naphthenic acids. Studies were conducted for both ionized and non-ionized naphthenic acids. Results are presented for solid phase clean up of the water samples from such systems with electrospray ionization mass spectra of naphthenic acids. There is evidence that indicate (1) oilsands NAs are more phytotoxic in their unionized form; and (2) plants appear to selectively take up oil sands NAs.

Point-of-Use Water Disinfection Using UV Light Emitting Diodes to Eliminate Bacterial Contamination

Kristina Nelson*, Dena McMartin, Chris Yost, and Ken Runtz

TECHNOLOGY TRANSFER – REGIONAL, NATIONAL, & GLOBAL DIMENSIONS (TT)

* University of Regina, 306-751-0775,
kristina_nelson78@yahoo.com

The treatment process described in this research explores the impact of exposing water samples containing microbial contaminants, including coliforms, to the radiation produced by the UV Light Emitting Diodes (LEDs) operating at 265 nm. UV LEDs are long lasting, shock and vibration resistant, efficient in terms of light output, and are well suited for environments that do not allow for a heat sink. Additionally, they achieve maximum brightness in microseconds. Their compact size is ideal for application in point-of-use disinfection systems, such as those used while hiking or in remote areas. Contaminated water samples containing either a culture of *E. coli* or tertiary effluent from the City of Regina Wastewater Treatment Plant were used to study the application and efficiency of using UV LEDs for water disinfection. The results indicate that bacterial inactivation was achieved in a time-dependent reaction, with 1- and 2.5-log *E. coli* reductions in pure water following 20 and 50 minutes of UV LED exposure, respectively. A significant amount of work remains to be completed to optimize the application of UV LEDs for remote, individual-sized disinfection systems; however, the preliminary results are promising.

Désinfection de l'eau au point d'utilisation en moyen de diodes à électroluminescence UV pour éliminer la contamination bactérienne

Le processus de traitement décrit dans cette étude examine l'incidence de l'exposition d'échantillons d'eau contenant les contaminants microbiens, incluant des coliformes, à la radiation produite par des diodes à électroluminescence (DEL) UV émettant à 265 nm. Les DEL UV sont durables, résistantes aux chocs et aux vibrations, efficaces en matière de puissance lumineuse et conviennent bien aux environnements qui ne permettent pas l'installation d'un dispositif disperseur de chaleur. De plus, elles procurent une

TECHNOLOGY TRANSFER – REGIONAL, NATIONAL, & GLOBAL DIMENSIONS (TT)

luminosité maximale en quelques microsecondes. En raison de leur taille compacte, elles conviennent parfaitement à des systèmes de désinfection au point d'utilisation, tels que ceux qui sont utilisés en randonnée ou dans des régions éloignées. Des échantillons d'eau contaminée contenant une culture d'E. coli ou un effluent de traitement tertiaire provenant de l'usine de traitement des eaux usées de la ville de Regina ont été utilisés pour étudier l'efficacité de l'utilisation des DEL UV pour désinfecter l'eau. Les résultats indiquent que l'inactivation bactérienne varie en fonction du temps, avec des réductions de 1 log et de 2,5 log des quantités d'E. coli dans l'eau pure après 20 et 50 minutes d'exposition aux DEL UV, respectivement. Il reste beaucoup de travail à faire pour optimiser l'utilisation des DEL UV dans des systèmes de désinfection de petite taille utilisés dans des régions éloignées; toutefois, les résultats préliminaires sont prometteurs.

Culvert Fish Passage Technology: What's happening?

J.A. Kells*

* Dept. of Civil and Geological Engineering, University of Saskatchewan, 306-966-5340, jim.kells@usask.ca

Culverts are frequently used to facilitate road crossings of streams. Whereas it was once common to design a culvert installation solely to safely pass the design flood event, it is now usually required that they must also be designed to provide for fish passage. Culvert installations designed for fish passage are often relatively expensive, largely due to the design criteria thought to be required for successful fish passage. These criteria focus on the water depths and velocities within the culvert barrel that are thought to be necessary for fish passage under both high and low flow conditions. In large measure, the design criteria in current use are the preliminary criteria developed some 15 years

TECHNOLOGY TRANSFER – REGIONAL, NATIONAL, & GLOBAL DIMENSIONS (TT)

ago by the Department of Fisheries and Oceans Canada. They were published sometime after the importance of migration corridors on fish-bearing streams was realized and were primarily intended to provide guidance to the design process until more definitive criteria could be established.

The proposed presentation will provide a brief state-of-the-art discussion of culvert fish passage technologies. It will include a discussion of both the hydraulic and biologic aspects of fish passage through culverts and of some of the regulatory and design agency requirements for acceptable culvert design for fish passage. Comment will also be provided on some of the research that has been done over the past two or three decades, as well as on our understanding of the velocity distributions and other aspects of the micro-hydraulic regime with a culvert barrel. The known pitfalls with culvert installations will also be presented. In addition, some of the current research on fish passage in culvert systems will be highlighted. Much of the latter work is intended to address design optimization issues associated with culvert size and installation geometry so as to minimize costs without compromising the successful passage of fish.

Technologies permettant le passage des poissons dans les ponceaux : quoi de neuf?

Les ponceaux sont fréquemment utilisés pour faciliter le franchissement routier des cours d'eau. Alors qu'il était courant par le passé de concevoir un ponceau pour permettre le passage sécuritaire de la crue nominale, il est dorénavant requis qu'ils soient également conçus pour fournir un passage aux poissons. Les installations de ponceaux conçues pour favoriser le passage des poissons sont souvent relativement coûteuses, principalement en raison des critères de conception considérés nécessaires pour assurer le passage des poissons. Ces critères mettent l'accent sur la profondeur et la vitesse de l'eau dans le tube du ponceau nécessaires pour permettre le passage des poissons dans des conditions de faible débit et de débit

TECHNOLOGY TRANSFER – REGIONAL, NATIONAL, & GLOBAL DIMENSIONS (TT)

élevé. En grande partie, les critères de conception en vigueur à l'heure actuelle sont les critères préliminaires élaborés il y a environ 15 ans par Pêches et Océans Canada. Ils ont été publiés peu de temps après que l'on ait réalisé l'importance des corridors migratoires sur les cours d'eau poissonneux et visaient principalement à fournir des conseils de conception dans l'attente de l'élaboration de critères plus définitifs.

La présentation proposée comprendra un bref aperçu des technologies d'avant-garde permettant le passage des poissons dans les ponceaux. Elle comprendra une discussion sur les aspects hydrauliques et biologiques du passage des poissons dans les ponceaux et sur les exigences des organismes de réglementation et de conception pour assurer la conception de ponceaux qui permettent le passage des poissons. Des commentaires seront également fournis sur les recherches qui ont été menées au cours des deux ou trois dernières décennies, de même que sur notre compréhension de la distribution des vitesses et d'autres aspects de la microhydraulique observée dans un tube de ponceau. Les lacunes connues des installations de ponceaux seront également présentées. De plus, certaines recherches en cours sur le passage des poissons dans les systèmes de ponceaux seront soulignées. La majorité de ces travaux visent à aborder les questions d'optimisation de la conception associées à la taille des ponceaux et à la géométrie des installations ainsi qu'à réduire les coûts sans nuire au passage des poissons.

St. Croix International Watershed Mapping Initiative: Analytical Scale Drainage Area and Stream Network Harmonization

Michael T. Laitta*, Karen Hanson, Nelda Craig, Faye Cowie,
Tom McAuley, and Mark Colosimo

TECHNOLOGY TRANSFER – REGIONAL, NATIONAL, & GLOBAL DIMENSIONS (TT)

* United States Geological Survey, 202-736-9021,
colosimom@washigton.ijc.org

In September 2005, The U.S. Geological Survey of the U.S. (USGS) of the Department of the Interior agreed to assist the International Joint Commission (IJC) in developing the technical methods required to support the Commission's International Watershed Initiative along the Canadian/U.S. boundary. As a preliminary step, the IJC selected the St. Croix River basin between Maine and New Brunswick as the pilot project area to assess the level of effort required to harmonize coding structures, naming protocols and line accuracies for the generation of hierarchical drainage area interpretations within the St. Croix drainage area. The St. Croix mapping project is the first of its kind – integrating Canadian and U.S. data for a suite of seamless data products for transboundary watersheds. In addition to bringing together stakeholders on both sides of the boundary, this initiative will provide experience that can be applied more broadly in other applications of the Canadian – U.S. mapping and data integration. This presentation will discuss project results, including lessons learned that can be applied to other international transboundary digital mapping and data integration efforts.

Initiative de cartographie du bassin hydrologique international de la rivière Sainte-Croix : harmonisation des réseaux de cours d'eau et des bassins hydrologiques à l'échelle analytique

En septembre 2005, la U.S. Geological Survey (USGS) du Département de l'Intérieur a accepté d'aider la Commission mixte internationale (CMI) à élaborer les méthodes techniques nécessaires pour soutenir l'initiative de la CMI sur les bassins hydrologiques internationaux le long de la frontière canado-américaine. À titre d'étape préliminaire, la CMI a choisi le bassin hydrologique de la rivière Sainte-Croix entre le Maine et le Nouveau-Brunswick à titre de zone pilote pour évaluer le niveau d'effort à déployer pour harmoniser

TECHNOLOGY TRANSFER – REGIONAL, NATIONAL, & GLOBAL DIMENSIONS (TT)

les structures de codification, les protocoles de dénomination et la précision des limites pour la génération d'interprétations des bassins hydrologiques hiérarchiques au sein du bassin hydrologique de la rivière Sainte-Croix. Le projet de cartographie du bassin hydrologique de la rivière Sainte-Croix est le premier en son genre – intégrant les données canadiennes et américaines pour créer des produits de données homogènes sur les bassins hydrologiques transfrontaliers. En plus de réunir les intervenants de part et d'autre de la frontière, cette initiative permettra d'acquérir une expérience qui pourra être appliquée dans d'autres initiatives de cartographie et d'intégration de données entre le Canada et les États-Unis. Cette présentation discutera des résultats du projet, incluant les leçons tirées qui peuvent s'appliquer à d'autres efforts internationaux de cartographie numérique transfrontalière et d'intégration de données.

WATER CONSERVATION TECHNOLOGIES & STRATEGIES (WCTS)

The Potential Influence of Climatic on Stormwater Quality and its Reuse

Jianxun He*, Caterina Valeo, Norman F. Neumann, and
Angus Chu

* Schulich School of Engineering, University of Calgary, 403-
220-8785, jjah@ucalgary.ca

Water reuse is being practiced infrequently in Canada because of the relatively abundant water resources available to Canadians. However, increasing demands on water resources, particularly in the Prairie Provinces, have presented stormwater reuse as an attractive measure for reducing pressure on water supplies in urban settings. Research at a stormwater pond located in southeast Calgary was conducted to assess the overall feasibility of reusing stormwater for irrigation purposes over a long time horizon that considered the impacts of climate change. In this study, an intensive water quality sampling campaign was carried out in order to investigate the water quality levels of irrigation water drawn from the pond and stormwater entering the pond during the irrigation seasons of the 2004, 2005 and 2006. The water quality observations do indicate that the pond water is a suitable alternative to potable water for irrigating public lands under current climatic conditions. Further investigation into the relationship between pond water quality and climate was conducted to assess the feasibility of using this option in different climatic conditions. Correlations between various water quality parameters and climatological variables were developed using correlation analysis and regression analysis. These results provide some evidence that several water quality parameters are related to cumulative values of certain climatic variables. In addition, stormwater runoff, which is well known to be one of the major causes of deteriorating water quality in receiving water bodies, was monitored from a subcatchment draining into the pond during rain events in the 2006 field campaign. Elevated pollutant concentrations were observed in the inflow during rain events and pollutant concentrations seemed to be dependent on rainfall event characteristics in

WATER CONSERVATION TECHNOLOGIES & STRATEGIES (WCTS)

this preliminary data. Results from the correlative analysis and the inflow study provide information on the potential impacts of climatological conditions on stormwater quality and subsequently on its reuse.

Influence potentielle des conditions climatiques sur la qualité des eaux pluviales et leur réutilisation

La réutilisation de l'eau est une pratique peu fréquente au Canada, étant donné la relative abondance des ressources hydriques. Toutefois, les demandes croissantes pour ces ressources, particulièrement dans les provinces des Prairies, ont fait en sorte que la réutilisation des eaux pluviales apparaît maintenant comme une mesure prometteuse pour réduire les pressions qui s'exercent sur l'alimentation en eau dans les centres urbains. On a effectué une recherche à un bassin de retenue des eaux pluviales situé au sud-est de Calgary, afin d'évaluer la faisabilité globale de la réutilisation des eaux pluviales à des fins d'irrigation sur une longue période, en tenant compte des effets du changement climatique. Dans le cadre de cette étude, on a procédé à une campagne d'échantillonnage intensive en vue de déterminer les niveaux de qualité de l'eau puisée dans le bassin aux fins d'irrigation et les niveaux de qualité des eaux pluviales pénétrant dans le bassin lors des saisons d'irrigation 2004, 2005 et 2006. Selon les observations concernant la qualité, l'eau du bassin constitue une solution de recharge convenable à l'eau potable pour l'irrigation des terres publiques sous les conditions climatiques actuelles. On a procédé à une étude plus poussée de la relation entre la qualité de l'eau du bassin et le climat, afin de déterminer s'il était possible d'utiliser cette option sous différentes conditions climatiques. Des corrélations entre divers paramètres de la qualité de l'eau et des variables climatologiques ont été établies au moyen d'une analyse de corrélation et d'une analyse de régression. Les résultats obtenus fournissent certaines preuves selon lesquelles plusieurs paramètres de la qualité de l'eau sont corrélés aux valeurs cumulatives de certaines variables climatiques. En

WATER CONSERVATION TECHNOLOGIES & STRATEGIES (WCTS)

outre, les eaux de ruissellement, qui sont reconnues comme l'une des principales causes de la détérioration de la qualité de l'eau contenue dans les plans d'eau récepteurs, ont été surveillées à partir d'un sous-bassin se jetant dans le bassin principal, lors des événements de précipitation survenus durant la campagne sur le terrain en 2006. On a observé des concentrations élevées de polluants dans le débit entrant durant les événements de précipitation et, selon les données préliminaires, les concentrations de polluants semblent dépendre des caractéristiques des événements de précipitation. Les résultats de l'analyse de corrélation et de l'étude sur le débit entrant donnent des renseignements concernant les effets potentiels des conditions climatiques sur la qualité des eaux pluviales et leur réutilisation.

Alternative Methods for Water Supply Storage and Management in Alberta

Cat Shrier* Mike Bender, Les Sawatsky, John Edgerly, Kala Pandit, and Oscar Kalinga

* Golder Associates Ltd., 403-299-5600,
cshrier@golder.com

Alberta Environment (AENV) has commissioned Golder Associates Ltd. (Golder) to review methods for water storage that have never or rarely been used in Alberta, as well as methods for water management that can further serve to maximize available water supplies to meet Albertas water needs. This study is being completed as part of AENV's provincial water strategy called Water for Life which is based upon having a reliable, quality water supplies for a sustainable economy. One desired short-term outcome of this strategy is to ensure that a broad range of water management tools and techniques are implemented. This includes understanding the science and technology behind various water storage and management methods, as well as

WATER CONSERVATION TECHNOLOGIES & STRATEGIES (WCTS)

how they have been incorporated into water management strategies elsewhere. This study reflects a comprehensive approach to water supply planning and management, including assessment and management of potential sources of supply and management of supplies at various stages in the water cycle. This approach recognizes that water supplies don't begin as rivers and aquifers, but as precipitation and source waters, and continue through opportunities for reuse of water that might otherwise be considered waste. This review includes water management and storage techniques occurring at various stages of the water cycle, not only direct supply sources (e.g. surface waters such as lakes and rivers, and groundwater aquifers), but also ultimate water supply for these sources (i.e. precipitation) and natural storage and conveyance methods through which water reaches these supply sources (e.g. snowpack and infiltration). Also considered are institutional management and optimization tools and augmentation of water supplies through reuse.

Autres méthodes de stockage de l'eau et de gestion de l'approvisionnement en eau en Alberta

Le ministère de l'Environnement de l'Alberta (MEA) a mandaté la société Golder Associates Ltd. (Golder) pour procéder à l'examen des méthodes de stockage de l'eau qui n'ont jamais sinon rarement été utilisées en Alberta, ainsi que des méthodes de gestion de l'eau qui pourraient permettre d'optimiser les réserves d'eau existantes afin de répondre aux besoins en eau des Albertains. Cette étude a été menée dans le cadre de la stratégie provinciale de l'eau du MEA, intitulée *Water for Life* (Eau pour la vie) qui vise à garantir un approvisionnement fiable en eau de qualité pour assurer une économie durable. Un résultat à court terme souhaité de cette stratégie est d'assurer la mise en œuvre d'une vaste gamme d'outils et de techniques de gestion de l'eau. Ceci inclut la compréhension des données scientifiques et des technologies sur lesquelles sont fondées

WATER CONSERVATION TECHNOLOGIES & STRATEGIES (WCTS)

les diverses méthodes de stockage et de gestion de l'eau, de même que l'analyse de l'intégration de ces méthodes dans des stratégies de gestion de l'eau mises en œuvre ailleurs dans le monde. La présente étude porte sur une approche globale de planification et de gestion de l'approvisionnement en eau, incluant l'évaluation et la gestion des sources potentielles d'approvisionnement et la gestion des ressources aux différentes étapes du cycle de l'eau. Cette approche reconnaît que les premières réserves d'eau ne sont pas les rivières et les aquifères, mais plutôt les précipitations et les eaux de source, et mise sur les possibilités de réutilisation de l'eau qui pourrait autrement être considérée comme une perte. L'examen porte sur les techniques de stockage et de gestion de l'eau aux différentes étapes du cycle de l'eau, pas seulement sur les sources d'approvisionnement direct (par ex., eaux de surface telles que les lacs, les rivières et les aquifères), mais également sur l'approvisionnement en eau de ces sources (c.-à-d. précipitations) et les méthodes naturelles de stockage et de transport permettant à l'eau d'atteindre ces sources d'approvisionnement (par ex., enneigement et infiltration). Les outils d'optimisation et de gestion institutionnelles et l'augmentation des réserves d'eau en raison de la réutilisation ont également fait l'objet de l'examen.

Tap Runs Dry: documenting lessons learned in the municipal water sector from past severe droughts in southern Ontario communities

Erin Stratton*, Grace Koshida, Joan Klaassen, and Marci Vanhoucke

* Environment Canada, 416-739-4345,
erin.stratton@ec.gc.ca

WATER CONSERVATION TECHNOLOGIES & STRATEGIES (WCTS)

Past studies to document droughts in the Great Lakes Region have focused on meteorological conditions causing the event, and direct hydrological and agricultural impacts in rural areas. Urban drought (a type of socioeconomic drought) occurs when there is an adverse change in the urban water balance between supply and use. The Tofino B.C. water crisis that occurred in summer 2006 highlights how the viability of water supplies in Canadian communities can be impacted by severe drought conditions. The Tap Runs Dry project focuses on evaluating temporal changes in urban drought impacts and adaptive responses in the Greater Toronto Area (GTA), Guelph and Waterloo, Ontario. Responses taken by water management organizations in these locations to deal with municipal water shortages are documented for four severe droughts that occurred from 1988-2005. An inventory of water-related adaptations was created to identify both planned and reactive as well as short-term and long-term measures that were used as the droughts progressed. Typical responses to urban drought are to either decrease water demand and/or increase water supply. The vulnerability of communities to urban drought is affected by the water source used (i.e., Great Lakes, groundwater, river, combination of water sources), and other factors such as population growth, suburban sprawl, local capacity, and changing water demands by all users. Some challenges regarding the selection of appropriate indicators of urban drought impacts are identified. The utility of programs such as the Ontario Low Water Response (OLWR) to help communities cope with drought-related municipal water supply impacts and urban drought conditions are discussed. Based on the study findings, the Tap Runs Dry project identifies and recommends some adaptive options that could be used to extend the coping range and decrease the vulnerability of southern Ontario communities to future droughts and water supply shortages under climate change.

Le puits est sec : Analyse des enseignements tirés des graves sécheresses qui ont frappé les collectivités du Sud de l'Ontario ces dernières années, dans la

WATER CONSERVATION TECHNOLOGIES & STRATEGIES (WCTS)

perspective des approvisionnements en eau dans les municipalités

Les études déjà menées sur les sécheresses dans la région des Grands lacs se sont concentrées sur les conditions météorologiques qui ont donné lieu à ces sécheresses et sur leurs conséquences hydrologiques et agricoles directes dans les régions rurales. On parle de sécheresse urbaine (un phénomène de nature socioéconomique) lorsqu'un changement a des répercussions néfastes sur l'équilibre entre l'offre et la demande dans les approvisionnements urbains en eau. La crise de l'eau qui a frappé la municipalité de Tofino (C.-B.) à l'été de 2006 montre comment la viabilité des approvisionnements en eau dans les collectivités canadiennes peut être frappée par de graves sécheresses. Le projet *Le puits est sec* a pour objet d'évaluer les changements temporels dans les impacts des sécheresses urbaines et les solutions adaptatives apportées dans la région du Grand Toronto, à Guelph et à Waterloo, en Ontario. On a documenté les solutions retenues par les organismes de gestion des ressources en eau dans ces municipalités lors de quatre sécheresses graves entre 1988 et 2005. Un répertoire des mesures d'adaptation a été dressé et on y trouve les mesures planifiées et les mesures réactives à court terme et à long terme qui ont été prises à mesure que les sécheresses prenaient de l'ampleur. Les réactions typiques à une sécheresse urbaine consistent à réduire la demande d'eau et/ou à augmenter l'offre. La vulnérabilité des collectivités à la sécheresse urbaine dépend de la source utilisée (c'est-à-dire les Grands lacs, des nappes souterraines, une rivière, une combinaison de sources) et d'autres facteurs comme la croissance démographique, la prolifération des banlieues, la capacité locale et les changements dans la demande en eau de la part de tous les usagers. On examine certains défis concernant la sélection d'indicateurs appropriés des impacts d'une sécheresse urbaine. On examine également l'utilité de programmes comme le Plan d'intervention en cas de baisse du niveau des eaux de l'Ontario lorsqu'il s'agit d'aider les collectivités à faire face aux impacts de la sécheresse sur

WATER CONSERVATION TECHNOLOGIES & STRATEGIES (WCTS)

leurs approvisionnements en eau et de la sécheresse urbaine. D'après les constatations de l'étude, le projet *Le puits est sec* et recommande certaines options adaptatives qui pourraient être envisagées pour élargir la gamme des solutions et diminuer la vulnérabilité des collectivités du Sud de l'Ontario à de nouvelles sécheresses et à des pénuries dans les approvisionnements en eau qui découlent du changement climatique.

Thinking Beyond Pumps and Pipes

Oliver Brandes* and Tony Maas

* University of Victoria - The POLIS Project, 250-721-8193,
omb@uvic.ca

Thinking Beyond Pipes and Pumps presents an expanded definition of urban water infrastructure one that goes beyond the existing physical infrastructure of pipes, pumps and reservoirs. This new infrastructure includes innovative physical components, water sensitive urban design and conservation programs designed to complement existing water supply networks. It emphasizes decentralize technology and lasting local program that inspire behavioral change. Most importantly, this new view of infrastructure relies heavily on building and maintaining social infrastructure the planning processes, education programs, and financial and human resources needed to liberate the full potential of water efficiency and conservation, and to foster sustainable water use at the community level. By developing such an infrastructure, water management shifts its focus beyond expensive, expansive and ecologically damaging physical infrastructure, toward dramatically increased water productivity. In this context, increasing water efficiency and conservation becomes more than just the right thing to do. It is the only way to address the dual goals of meeting human water demands and sustaining aquatic

WATER CONSERVATION TECHNOLOGIES & STRATEGIES (WCTS)

ecosystem health the foundations of lasting water security. This presentation is based on the recently released report *Thinking Beyond Pumps and Pipes: Top 10 Ways Communities Can Save Water and Money*. This initiative is based on ongoing research by the Water Sustainability team at the POLIS Project on Ecological Governance at the University of Victoria and emphasizes the practical and political challenges of implementing a comprehensive and long-term approach to water demand management. This discussion will outline the various elements of this more holistic approach and will include analysis of some of the deeper challenges, including a road map of specific first steps for the key actors local politicians, utilities and senior government to look beyond the pipes and pumps and develop new ways for managing water that offer opportunities for big savings, of both water and money.

Pousser la réflexion au-delà des pompes et des canalisations

Le présent exposé offre une définition élargie de l'infrastructure d'alimentation en eau en milieu urbain, qui va au-delà de l'infrastructure existante de canalisations, de pompes et de réservoirs. Cette nouvelle infrastructure englobe des composantes physiques innovatrices, un design urbain adapté à l'alimentation en eau et des programmes de conservation conçus pour compléter le réseau existant d'alimentation en eau. Elle met l'accent sur la décentralisation de la technologie et les programmes locaux durables qui favorisent les changements de comportement. Plus important encore, cette nouvelle conception de l'infrastructure s'appuie grandement sur le renforcement et le maintien de l'infrastructure sociale, c'est-à-dire les processus de planification, les programmes d'éducation et les ressources financières et humaines nécessaires à l'optimisation de l'utilisation efficace et de la conservation de l'eau. Une telle infrastructure permettra à la gestion de l'eau, qui à l'heure actuelle est tributaire d'installations onéreuses, tentaculaires et nuisibles pour l'environnement, d'opérer une

WATER CONSERVATION TECHNOLOGIES & STRATEGIES (WCTS)

transition vers un réseau d'alimentation dont l'efficacité est considérablement accrue. Dans ce contexte, améliorer l'utilisation efficace et la conservation de l'eau n'est pas seulement la bonne chose à faire; c'est la seule façon d'atteindre le double objectif consistant à répondre aux demandes humaines en eau et à maintenir la bonne santé de l'écosystème aquatique, qui est à la base de la sécurité durable de l'approvisionnement en eau. La présentation est fondée sur un rapport récemment publié, intitulé *Thinking Beyond Pumps and Pipes: Top 10 Ways Communities Can Save Water and Money*. Cette initiative s'appuie sur des recherches présentement effectuées par l'équipe de la durabilité des ressources hydriques du *POLIS Project on Ecological Governance*, à l'Université de Victoria, et met l'accent sur les défis d'ordre pratique et politique relatifs à la mise en œuvre d'une approche exhaustive et à long terme concernant la gestion de la demande en eau. La discussion fera ressortir les divers éléments de cette approche plus globale et comprendra une analyse de certains des défis plus importants, dont un guide relatif à certaines premières étapes destiné aux principaux intervenants – les politiciens locaux, les responsables des services publics et les hauts fonctionnaires –, afin d'amener ceux-ci à voir au-delà des canalisations et des pompes et à élaborer de nouvelles façons de gérer l'alimentation en eau qui permettront de réaliser des économies importantes à la fois en eau et en argent.

The soft path: Experimenting with urban water sustainability

Tony Maas*, and Oliver M. Brandes

* POLIS Project on Ecological Governance, 519-749-0247,
toonmaas@yahoo.ca

WATER CONSERVATION TECHNOLOGIES & STRATEGIES (WCTS)

The soft path is receiving increasing attention in Canadian water policy. This presentation discusses the urban component of a national soft path project that set out to develop, test and refine the methodology and tools for water soft path planning. The resulting framework integrates scenario-based planning, backcasting and analytical tools to explore various possible water futures- in this case, for an urban community. Our experiment included three scenarios: Business as Usual, Enhanced Efficiency, and Conservation Commitment. The intent is to explore the impact of combining various micro measures (e.g. low-flow toilets, education, conservation pricing, xeriscaping, etc.) on macro conditions (i.e. reduction in total water use). Results illustrate the potential for a comprehensive approach and long-term commitment to water conservation and efficiency to promote sustainable urban water management. The framework developed is best described as a strategic planning framework. The scenarios represent a range of possible futures and suggest strategies for realizing them they are not accurate portrayals of the future. Our work was limited to desk scale study. Effective use of the framework would include participatory planning to engage citizens and stakeholder groups in decision-making.

La voie douce : étude sur la durabilité des ressources hydriques en milieu urbain

Au Canada, la politique relative aux eaux accorde une attention croissante à la voie douce. Le présent document porte sur le volet urbain d'un projet national concernant la voie douce qui vise à élaborer, mettre à l'essai et perfectionner la méthodologie et les outils de planification de la voie douce de l'eau. Le cadre résultant intègre des outils de planification axée sur des scénarios, d'analyse rétrospective et d'examen des différents scénarios possibles concernant la consommation future d'eau – dans le cas présent, dans une collectivité urbaine. Notre étude portait sur trois scénarios : un scénario fondé sur le maintien du statu quo, un autre fondé sur une efficacité accrue et un dernier

WATER CONSERVATION TECHNOLOGIES & STRATEGIES (WCTS)

fondé sur des engagements en matière de conservation. L'objectif consistait à examiner l'incidence de la combinaison de différentes micro-mesures (par ex., toilettes à débit d'eau restreint, éducation, établissement des coûts de la conservation, aménagement paysager en milieu désertique) sur des macro-conditions (c.-à-d. réduction de la consommation totale d'eau). Les résultats montrent la pertinence d'adopter une approche globale et de prendre des engagements à long terme à l'égard de la conservation de l'eau et de l'efficacité pour promouvoir la gestion durable des ressources hydriques en milieu urbain. Le cadre élaboré correspond davantage à un cadre de planification stratégique. Les scénarios représentent un éventail de futurs possibles et proposent des stratégies pour atteindre ces objectifs. Ils ne correspondent pas à des représentations précises de l'avenir. Notre travail consistait uniquement en une étude schématique. L'utilisation efficace du cadre comprendrait des activités de planification participative visant à engager les citoyens et les groupes d'intervenants dans le processus décisionnel.

Saskatchewan's Water Conservation Plan

Gordon Will*

* Saskatchewan Watershed Authority, 306-787-6137,
gord.will@swa.ca

Saskatchewan's Water Conservation Plan - Abstract
Saskatchewan has developed a strategy for a green and prosperous economy. In planning the steps necessary to achieve a green and prosperous economy, management of our water supplies, which are essential to life, to a healthy environment, and to all aspects of our economy, must be a major consideration. Saskatchewan has the opportunity to take a significant step in development of a greener economy and in ensuring long term prosperity by implementing a

WATER CONSERVATION TECHNOLOGIES & STRATEGIES (WCTS)

water conservation program. By using water efficiently, a green economy reduces its impact on the environment by leaving more water in natural systems and significantly reduces energy demand. Water conservation is one part of a broader focus on integration of water services and the development of an Integrated Water Management Framework. The Water Conservation Plan has been developed to profile both a long-term vision and goals for a sustainable future pertaining to water use, as well as strategic outcomes that will focus immediate and future actions. The Provinces Water Conservation Plan: Meets the publics and stakeholder expectations Nicely balances social, economic and environmental considerations Is scalable and allows for additional actions as resources become available Builds upon current initiatives such as development of a new water allocation policy and review of infrastructure funding Provides concrete and practical initiatives now and into the future It is based on partnerships with municipal, agricultural and industry representatives The plan focuses actions on the four sectors of water use. The sectors are: 1) Government/Public Works 2) Municipal/Domestic 3) Agricultural - irrigation and livestock operations and 4) Industrial.

Le plan de conservation de l'eau de la Saskatchewan

La Saskatchewan s'est dotée d'une stratégie pour favoriser une économie verte et prospère. Au moment de la planification des étapes nécessaires à la concrétisation d'une telle économie, la gestion de nos ressources en eau, qui sont essentielles pour la vie, un environnement sain et tous les aspects de notre économie, doit nécessairement compter parmi les facteurs les plus importants. La Saskatchewan a l'occasion de prendre un virage important pour veiller à ce que son économie soit plus verte et assurer sa prospérité à long terme en adoptant un programme de conservation de l'eau. Grâce à l'utilisation efficace de l'eau, une économie verte a des conséquences moindres sur l'environnement, car elle laisse davantage d'eau dans les

WATER CONSERVATION TECHNOLOGIES & STRATEGIES (WCTS)

systèmes naturels et réduit sensiblement la demande d'énergie. La conservation de l'eau s'inscrit dans une démarche plus vaste axée sur l'intégration des services d'eau et la mise sur pied d'un cadre intégré de gestion de l'eau. Le plan de conservation de l'eau est assorti d'une vision et de buts à long terme pour assurer durablement l'avenir des ressources en eau et, en même temps, d'objectifs stratégiques dont s'inspireront les mesures prises dans l'immédiat et à l'avenir. Le plan de conservation de l'eau de la province répond aux attentes du public et des parties prenantes; réussit à équilibrer les considérations sociales, économiques et environnementales; est évolutif, en ce sens que d'autres mesures peuvent y être intégrées si de nouvelles ressources deviennent disponibles; table sur des initiatives courantes comme l'élaboration d'une nouvelle politique de répartition de l'eau et l'examen du financement des infrastructures; prévoit des initiatives concrètes et pratiques aujourd'hui et dans l'avenir; et repose sur des partenariats avec les municipalités, le secteur agricole et l'industrie. Les initiatives prises dans le cadre de ce plan correspondent aux quatre types d'utilisation de l'eau, soit 1) utilisation par le gouvernement/les travaux publics; 2) utilisation municipale/domestique; 3) utilisation à des fins agricoles (irrigation et élevage); et 4) utilisation à des fins industrielles.

Micro-economic analysis of the factors influencing water recirculation decisions by Canadian manufacturing firms

Joel Bruneau, Steven Renzetti*, and Michel Villeneuve
* Brock University-Economics, 905-688-5550 ext. 3121,
steven.renzetti@brocku.ca

The ability to recirculate water within a production process is an important feature for many manufacturing processes and one feature that distinguishes industrial water use from most

WATER CONSERVATION TECHNOLOGIES & STRATEGIES (WCTS)

instances of agricultural and residential water use. However, many Canadian manufacturing firms carry out no recirculation and, of those firms that do recirculate, the percentage of water recirculated varies quite significantly over time and across sectors.

Despite the potential for industrial water recycling to contribute to governments' efforts to curb growth in water demands and to promote sustainable water use, this facet of industrial water use has received little empirical analysis. As a result, relatively little is known of the factors which might influence firms' decision-making and, in particular, the potential efficacy of policy instruments such as municipal water prices or provincial water use permit fees to promote industrial water recycling.

This paper uses data from Environment Canada's Industrial Water Use Survey (IWUS) to estimate an econometric model that identifies the factors that influence the decision to internally recirculate water. Specifically, a double hurdle model is developed which considers two facets of firms' recycling behaviour separately: first, the discrete decision of whether to recycle at all and, second, the decision of how much to recycle.

The key finding of this paper is that economic factors such as the level of plant output and the marginal costs of water intake and water recirculation play a role in influencing both the decision to engage in water recycling and the intensity with which recirculation is undertaken. Other important factors include the extent to which plants treat water prior to use.

Analyse micro-économique des facteurs qui influent sur les décisions prises par les entreprises manufacturières canadiennes en matière de recirculation de l'eau

La capacité de recycler l'eau dans le cadre d'un processus de production est une caractéristique importante d'un grand

WATER CONSERVATION TECHNOLOGIES & STRATEGIES (WCTS)

nombre de processus de fabrication et une propriété qui distingue à plusieurs égards l'utilisation de l'eau industrielle de la plupart des utilisations de l'eau à des fins agricoles et résidentielles. Toutefois, de nombreuses entreprises manufacturières canadiennes n'ont aucun système de recirculation de l'eau et, pour celles qui en ont, le pourcentage de l'eau recirculée varie considérablement au fil du temps et d'un secteur à l'autre.

Même si le recyclage de l'eau industrielle pourrait contribuer aux efforts du gouvernement visant à ralentir la croissance de la demande en eau et à promouvoir une utilisation durable de l'eau, peu d'analyses empiriques ont porté sur ce volet de l'utilisation de l'eau industrielle. Ainsi, on sait peu de choses sur les facteurs qui pourraient influencer sur le processus décisionnel des entreprises et, en particulier, sur l'efficacité potentielle des instruments stratégiques, tels les prix de l'eau fournie par les municipalités ou les frais de permis d'utilisation de l'eau exigés par les provinces, pour promouvoir le recyclage de l'eau industrielle.

Dans le présent document, on utilise des données provenant de l'Enquête sur l'utilisation industrielle de l'eau (EUIE) d'Environnement Canada pour évaluer un modèle économétrique des facteurs influant sur la décision de recycler l'eau à l'interne. En particulier, on est à élaborer un modèle à deux étapes et on envisage séparément les deux volets du comportement des entreprises en matière de recyclage : d'abord la décision distincte de recycler ou non l'eau, puis la décision concernant la quantité d'eau à recycler.

Le présent document offre comme principale conclusion que les facteurs économiques, tels que le niveau des extrants d'usine et les coûts marginaux de l'apport en eau et de la recirculation de l'eau, influent sur la décision d'engager l'entreprise sur la voie du recyclage de l'eau ainsi que sur la proportion d'eau recirculée. La mesure avec laquelle les usines traitent l'eau avant de l'utiliser est également un facteur important.

WATER CONSERVATION TECHNOLOGIES & STRATEGIES (WCTS)

Impact of Resource Conservation Technologies on productivity and water savings in rice-wheat systems: Evidence from Pakistan

Mobin-ud-Din Ahmad, Hugh Turrall, Ilyas Masih, Mark Giordano, and Zubair Masood

* International Water Management Institute, Sri Lanka, 94-11-2787404, a.mobin@cgiar.org

Water scarcity is an increasing concern in Pakistan. Partially in response, the government and international organizations are encouraging the use by farmers of Resource Conservation Technologies (RCTs) to reduce water use while maintaining or increasing production. While widely adopted, there has yet to be an assessment of the actual impact of these technologies on the nature and magnitude of water savings. This study uses both farmer surveys and physical measures to understand the impact RCTs have had on water use and water savings in the irrigated rice-wheat zone Pakistans Punjab province. The findings show that RCTs do indeed result in reduced water applications at the field scale. However, these field scale savings do not necessarily translate into reductions in overall water use for two reasons. First, some of the water saved would have percolated into the groundwater table from where it would later be reused by farmers through pumping. Second, the increased crop water productivity for medium and large scale farms made possible by RCTs has made water use more profitable and hence increased water demand through intensification of cropping and increased planted area. These findings provide insights into the conditions under which RCTs in Pakistan, or similar technologies elsewhere, can result in real water savings - that is decreases in water depleted per unit of crop output. At the same time, they provide a warning that even when technologies decrease

WATER CONSERVATION TECHNOLOGIES & STRATEGIES (WCTS)

applications per unit of crop output (in other words increase water productivity), they may not decrease actual water use unless institutional arrangements are in place to limit demand - a challenging undertaking in any environment.

Incidence des technologies de conservation des ressources sur la productivité et les économies d'eau des systèmes de production riz-blé : Preuves du Pakistan

La rareté de l'eau est une préoccupation croissante au Pakistan. Par conséquent, du moins en partie, le gouvernement et les organismes internationaux encouragent les agriculteurs à utiliser les technologies de conservation des ressources (TCR) pour réduire l'utilisation de l'eau tout en maintenant ou en augmentant la production. Même si ces technologies sont largement adoptées, aucune évaluation de leur incidence réelle sur la nature et l'importance des économies d'eau n'a été menée à ce jour. La présente étude utilise à la fois les résultats d'enquêtes menées auprès des agriculteurs et les mesures physiques pour comprendre l'incidence des TCR sur l'utilisation de l'eau et les économies d'eau dans la zone irriguée de production riz-blé dans la province du Penjab, au Pakistan. Les résultats montrent que les TCR entraînent bel et bien une réduction de la consommation d'eau sur le terrain. Toutefois, ces économies d'eau ne se sont pas nécessairement traduites par des réductions de l'utilisation globale de l'eau pour deux raisons. Premièrement, une partie de l'eau économisée aurait percolé à la surface libre de la nappe d'où elle aurait plus tard été pompée et utilisée par les agriculteurs. Deuxièmement, la hausse de productivité de l'eau dans les exploitations agricoles de moyenne et grande échelle grâce aux TCR a rendu plus rentable l'utilisation de l'eau et a donc entraîné une hausse de la demande en eau en raison de l'intensification des cultures et de l'expansion de la zone plantée. Ces résultats permettent de mieux comprendre les conditions dans lesquelles les TCR au Pakistan, ou des technologies comparables ailleurs dans le monde, peuvent

WATER CONSERVATION TECHNOLOGIES & STRATEGIES (WCTS)

donner lieu à de réelles économies d'eau – soit une diminution de la quantité d'eau utilisée par unité d'extrants de cultures. Parallèlement, ils avertissent que même lorsque les technologies permettent de réduire les applications par unité d'extrants de cultures (autrement dit lorsqu'elles augmentent la productivité de l'eau), celles-ci pourraient ne pas se traduire par des réductions réelles de l'utilisation d'eau à moins que des dispositions institutionnelles ne soient prises pour limiter la demande – ce qui représente un défi de taille quel que soit l'environnement.

Using decision support tools to enhance sustainable agricultural water use in the Prairie Provinces

Grace Koshida*, Elaine Wheaton, Erin Stratton, and Virginia Wittrock

* Environment Canada, 416-978-0309,
grace.koshida@ec.gc.ca

Agriculture is, and will continue to be, Canada's greatest consumer of water with less than 30% of the water being returned to its source so that it can be used again. Sustainable agricultural water use is an issue especially in Western Canadian provinces with British Columbia, Alberta and Saskatchewan having over 85% of all the irrigated land. Sustainable agriculture requires the wise stewardship of water resources. Increasing water quality and quantity problems across Canada emphasize the need for decision support tools (DST) to enhance sustainable agricultural water management practices. DST have many possible uses, including information management, monitoring, warning systems, and impact, risk, vulnerability, and adaptation assessment. DST are increasingly needed to 1) support agricultural water conservation; and 2) to improve understanding of the challenges of extreme events (e.g. droughts) to water conservation and 3) improve risk

WATER CONSERVATION TECHNOLOGIES & STRATEGIES (WCTS)

management. DST can be used to address questions such as 1) what is the amount of available water (of certain quality) as compared to water use; and 2) what management options can be used to improve agricultural water use? This presentation will focus on research to develop and test DST in the South Saskatchewan River Basin (SSRB). The general usefulness and capabilities of DST for the SSRB and other watersheds in the Prairie Provinces will be discussed, as well as barriers to their use and application.

Recours à des outils d'aide à la décision afin d'améliorer l'utilisation durable de l'eau à des fins agricoles dans les provinces des Prairies

L'agriculture, qui retourne moins de 30 % de l'eau utilisée à sa source de sorte qu'elle puisse être réutilisée, est la plus grande consommatrice d'eau au Canada (et continuera de l'être). L'utilisation durable de l'eau à des fins agricoles constitue un problème touchant plus particulièrement les provinces de l'Ouest canadien, compte tenu du fait que la Colombie-Britannique, l'Alberta et la Saskatchewan comptent plus de 85 % de toutes les terres irriguées. L'agriculture durable nécessite une saine gestion des ressources hydriques. Les problèmes croissants concernant la quantité et la qualité de l'eau à l'échelle du Canada mettent en évidence le besoin de se doter d'outils d'aide à la décision (OAD) afin d'améliorer les pratiques durables de gestion de l'eau utilisée à des fins agricoles. Les OAD peuvent avoir de multiples usages, dont la gestion de l'information, la surveillance, les systèmes d'alerte, ainsi que l'évaluation des impacts, des risques, de la vulnérabilité et de l'adaptation. On a de plus en plus besoin des OAD afin de soutenir la conservation de l'eau utilisée à des fins agricoles; de mieux comprendre les défis que posent les événements extrêmes (par ex., les sécheresses) relativement à la conservation de l'eau; et d'améliorer la gestion des risques. On peut utiliser les OAD pour répondre à des questions telles que : 1) Quelle est la quantité d'eau disponible (d'une certaine qualité) par rapport à l'utilisation

WATER CONSERVATION TECHNOLOGIES & STRATEGIES (WCTS)

de l'eau? et 2) Quelles sont les options disponibles en matière de gestion afin d'améliorer l'utilisation de l'eau à des fins agricoles? Cette présentation portera notamment sur la recherche visant à élaborer des OAD et à les mettre à l'essai dans le bassin de la rivière Saskatchewan Sud (BRSS). On discutera de l'utilité et des capacités générales des OAD pour le BRSS et d'autres bassins hydrologiques des provinces des Prairies, ainsi que des obstacles à leur utilisation et à leur mise en application.

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

Navigating the Shoals: Assessing Water Resource Management and Governance in Canada

Len Coad*

* Director Western Office, Energy, Environmental and Transportation Policy, Conference Board of Canada, 1-403-221-3041 coad@conferenceboard.ca

Providing water for drinking and economic development and maintaining robust aquatic ecosystems are the basic services expected of our water resources. These needs will determine the policy objectives of water governance and management into the future. Under the guidance of the Leaders Forum on Water Resource Management and Governance, the Conference Board conducted case study research on five watersheds. The focus was to look at some of Canada's water governance and management institutions to determine whether they are adequately equipped to meet the multitude of challenges they face both today and in the near future.

The research uncovered policies, partnerships, structures and approaches that are working well—and others that are working poorly. It finds that Canadian water managers do not always have the required policy clarity, mandates for action or information resources to determine the optimal method of delivering water services.

What are the implications of Canada's current policy soup? How can Canadians strengthen our governance and management systems to enable water managers to effectively protect the long-term health of watersheds under growing economic and demographic pressures? This presentation uses examples from the case study research to highlight the need for and the policy changes required to improve Canadian water governance and management practices.

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

Naviguer en eaux troubles : évaluation de la gouvernance et de la gestion de l'eau au Canada

Les services de base attendus de nos ressources en eau sont la fourniture d'eau potable et le développement économique et le maintien des écosystèmes aquatiques vigoureux. Ces besoins détermineront les objectifs des politiques en matière de gouvernance et de gestion de l'eau pour le futur. Sous les conseils du Forum des dirigeants sur la gouvernance et la gestion des ressources en eau, le Conference Board a effectué une recherche par études de cas sur cinq bassins versants hydrographiques. L'accent a été dirigé sur l'examen de quelques-uns des établissements canadiens de gouvernance et de gestion de l'eau afin de déterminer s'ils sont adéquatement équipés pour répondre à la multitude de défis auxquels ils font face aujourd'hui et auxquels ils feront face dans un futur rapproché.

La recherche a permis de découvrir des politiques, des partenariats, des structures et des approches qui fonctionnent bien—et d'autres qui ne fonctionnent pas très bien. Elle reconnaît que les gestionnaires canadiens de l'eau ne détiennent pas toujours les précisions nécessaires en matière de politiques, les mandats pour agir ou les ressources de l'information leur permettant de déterminer la méthode la plus efficace pour la prestation de services en eau.

Quelles sont les conséquences de ce mélange de politiques actuelles au Canada ? Comment les Canadiens peuvent-ils améliorer leurs systèmes de gouvernance et de gestion afin de permettre aux gestionnaires de l'eau de protéger efficacement et à long terme la santé des bassins versants hydrographiques sous les pressions économiques et démographiques croissantes ? Cette présentation utilise des exemples provenant de la recherche par études de cas pour mettre en évidence le besoin et les politiques de changements nécessaires afin d'améliorer les politiques canadiennes de gouvernance et de gestion de l'eau.

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

Water Use Allocation and Granting of Rights

Abdel-Zaher Kamal Abdel-Razek*

* Department of Environment & Conservation, St. John's, NL, 709-729-4795, aabdelrazek@gov.nl.ca

Considering the increasing demand for reliable ground and surface water, those resources are globally recognized as valuable and precious. Accordingly, they must be i) efficiently utilized, ii) willingly conserved, and iii) value-appreciated for present multi-use and future generations. Additionally, the changing global economic climate coupled with the global reality of climate change and other challenges such as incidental pollution necessitates that those three principles as tools for the sustainability of those resources, should be promoted and implemented for the benefits of: i) environmental uses; ii) various water use sectors such as municipal, recreational, agricultural, institutional, aquaculture, pulp and paper, water and thermal power generation, mining, oil and gas, and other commercial and industrial water use sectors; and iii) individual users.

Accordingly, a system for water use allocation and granting of rights must address common objectives to i) establish certainty and security for investments in infrastructures and enterprises required for water uses that depend on reliable water supplies; and ii) ensure the sustainability of water resources through the promotion of those three principles.

While those objectives are essential constituents of a progressive system for water use allocation and granting of rights, there are constraints in some systems that restrict achieving those objectives. This paper presents informative highlights along with graphical and tabular presentations of various aspects of one of Canada's most comprehensive water use allocation and granting of rights systems. This

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

system addresses several progressive features to ensure sustainability of water resources throughout the 21st century despite the existence of some constraints from the 19th and 20th centuries.

Répartition des utilisations de l'eau et octroi de droits

Étant donné la croissance de la demande pour des sources fiables d'eau souterraine et d'eau de surface, on reconnaît maintenant à l'échelle de la planète que ces ressources sont précieuses. Il faut donc : (i) qu'elles soient utilisées avec efficacité; (ii) qu'elles soient préservées; (iii) que leur valeur soit pleinement appréciée pour les générations actuelles et à venir. De plus, le climat économique mondial en évolution, en association avec la nouvelle réalité des changements climatiques et avec d'autres défis, tels que la pollution secondaire, invite à la promotion et à la mise en œuvre de ces trois principes en tant qu'outils de préservation de ces ressources pour le bénéfice : (i) des utilisations écologiques; (ii) de différents secteurs d'utilisation de l'eau, tels que les municipalités, les installations récréatives, les agriculteurs, les institutions, l'aquaculture, les pâtes et papiers, l'énergie hydroélectrique et thermique, les mines, le pétrole et le gaz et d'autres secteurs commerciaux et industriels qui font appel à l'eau; (iii) des utilisateurs individuels.

À ces fins, un système d'affectation des ressources hydriques et d'octroi de droits doit permettre d'atteindre certains objectifs communs : (i) établir des certitudes pour les investissements dans les infrastructures et les entreprises dont les activités dépendent d'un approvisionnement en eau fiable; (ii) assurer la viabilité des ressources en eau par la promotion de ces trois principes.

Bien que ces objectifs constituent des composantes essentielles d'un système progressif de répartition des utilisations de l'eau et d'octroi de droits, certains systèmes comportent des contraintes qui nuisent à l'atteinte de ces objectifs. Notre article présente les faits saillants ainsi qu'une

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

présentation par diagrammes et tableaux de différents aspects de l'un des systèmes les plus exhaustifs de répartition des utilisations de l'eau et d'octroi de droits au Canada. Ce système comporte plusieurs caractéristiques progressistes qui assureront la viabilité des ressources en eau tout au long du XXI^e siècle, malgré l'existence de certaines contraintes datant des XIX^e et XX^e siècles.

Water Pricing and Water Allocation in Southern Alberta

Collins Ayoo* and Theodore M. Horbulyk

* University of Calgary-Economics, 403-220-6102,

cayoo@ucalgary.ca

Southern Alberta can be classified as a water deficit region in which the demand for water has been increasing rapidly due to population growth and agricultural and industrial development. Expanding water supplies in the province is seriously constrained by technological limitations, environmental regulations and the water apportionment agreement between Alberta and Saskatchewan that requires Alberta to allow a quantity of water equal to one-half the natural flow of each watercourse to flow into Saskatchewan. The government of Alberta in 2003 formulated a water strategy whose primary goals were to provide the province's residents with assured supplies of safe drinking water and to ensure that the available water was used in ways that did not endanger the health of aquatic ecosystems. The formulation of the strategy was also motivated by concerns that water scarcity was constraining economic activity in the province. This paper examines water pricing as a policy instrument that can be used to allocate water efficiently and manage the problem of water scarcity in the province. Water pricing is becoming widespread in many countries where it is regarded as a mechanism for encouraging more responsible and economically efficient use of water. It entails requiring those who use water to pay prices that reflect the scarcity and full cost of providing water. Where water markets exist pricing

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

has the advantage of permitting water to be allocated according to the marginal values of water use in the various water-using sectors. This contrasts sharply to the present system of water allocation in Alberta where water is allocated according to the doctrine of prior appropriation and not according to economic considerations. The paper presents a conceptual analysis that indicates the benefits that might be achieved from implementing a system of water pricing and discusses some of the institutional and policy reforms that would be required to implement such a system.

La tarification et la répartition de l'eau dans le Sud de l'Alberta

La région du Sud de l'Alberta connaît un déficit en eau, car la demande a explosé à la suite de la croissance démographique et de l'expansion de l'agriculture et de l'industrie. L'élargissement des approvisionnements en eau de la province est fortement restreint par les limites de la technologie, la réglementation environnementale et l'accord sur la répartition des eaux conclu entre l'Alberta et la Saskatchewan, en vertu duquel l'Alberta est tenue de laisser s'acheminer vers la Saskatchewan la moitié du débit naturel de chaque cours d'eau. En 2003, le gouvernement de l'Alberta a formulé une stratégie de l'eau dont les principaux objectifs étaient d'assurer à ses habitants des approvisionnements sûrs d'eau potable et de veiller à ce que les ressources en eau servent à des utilisations qui ne menacent pas la santé des écosystèmes aquatiques. La formulation de cette stratégie a également été motivée par des préoccupations suivant lesquelles la rareté de l'eau entravait l'activité économique dans la province. Le présent document examine la tarification de l'eau comme instrument de politique pouvant être utilisé pour répartir l'eau efficacement et gérer le problème de la rareté des ressources en eau dans la province. La tarification de l'eau est de plus en plus répandue dans de nombreux pays qui la considèrent comme un mécanisme servant à encourager l'utilisation plus responsable plus efficace du point de vue économique. Ainsi, les usagers paient des tarifs qui reflètent la rareté des ressources et le plein coût du service. Dans les endroits où il existe un marché de l'eau, la tarification a l'avantage de permettre la répartition de l'eau en

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

fonction de la valeur marginale son utilisation dans les divers secteurs. Ce régime est fort différent du système de répartition des ressources en eau qui existe actuellement en Alberta, et qui repose sur le principe de la répartition antérieure, sans qu'aucune considération économique n'entre en ligne de compte. Le document présente une analyse conceptuelle montrant les avantages qui pourraient être tirés de la mise en œuvre d'un régime de tarification de l'eau, et examine certaines des mesures de réforme des institutions et des politiques que nécessiterait un tel régime.

An assessment of local involvement and influence in the development of a water sharing plan, New South Wales, Australia

Shirley R. Norton* and Rob de Loe

* University of Guelph-Geography, 519-824-4120 ext 58113, snorton@uoguelph.ca

Participatory planning involving local people has become a basic principle in the water field. The importance and potential benefits of involving local people in decisions that will affect them directly is broadly recognized. However, the extent to which participants are interested in, and capable of, being involved effectively in planning and management activities varies widely. This study aimed to assess the most appropriate degree of local involvement and influence in the development of a water sharing plan (WSP) in New South Wales (NSW), Australia. To accomplish this an evaluative framework was developed and applied through a case study evaluation of the Hunter River Catchment, NSW. Using the framework, involvement and influence were assessed separately for each key element of the WSP, as well as for the WSP as a whole. The data revealed that local involvement in the Hunter was consultative in nature, and did not vary from one element of the WSP to another.

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

Conversely, the influence of participants on each element of the WSP varied widely. These initial findings suggest that the degree of local involvement in WSP development should be flexible, reflecting the particular interests and abilities of the participants. Lessons learned from the case-study regarding the most appropriate degree of involvement and influence in the development of a WSP are discussed. Attention is also given to the significant political and social barriers that stand in the way of achieving appropriate degrees of involvement and influence in the future.

Évaluation de la participation locale et de l'influence locale au moment de l'élaboration d'un plan de partage des ressources en eau dans l'État de Nouvelle-Galles du Sud, en Australie

La planification participative faisant appel aux habitants de la localité est devenue un principe de base dans le domaine de l'eau. L'importance et les avantages possibles de la participation de la population locale aux décisions qui auront des conséquences directes sur elle sont largement reconnus. Toutefois, la mesure dans laquelle les individus sont intéressés à participer efficacement aux activités de planification et de gestion et capables de le faire varie grandement. La présente étude avait pour objet de déterminer le degré le plus approprié de participation et d'influence locales au moment d'élaborer un plan de partage des ressources en eau (PPRE) dans l'État de Nouvelle-Galles du Sud (NGS), en Australie. À cette fin, un cadre d'évaluation a été établi en vue d'une étude de cas portant sur le bassin hydrologique de la rivière Hunter, dans cet État. À l'aide de ce cadre, la participation et l'influence ont été évaluées séparément pour chaque élément clé du PPRE et pour le PPRE dans son ensemble. Les données ont révélé que la participation locale avait revêtu la forme de consultations et qu'elle n'avait pas varié entre les divers éléments du plan. À l'inverse, l'influence locale a beaucoup varié d'un élément à l'autre. Ces premières constatations donnent à penser que le degré de participation locale à

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

l'élaboration d'un PPRE devrait être flexible et tenir compte des intérêts et des capacités des participants. On examine les enseignements tirés de l'étude de cas en ce qui concerne le degré le plus approprié de participation et d'influence au moment d'élaborer un PPRE. On s'intéresse également aux obstacles socio-politiques significatifs qui risquent d'empêcher d'atteindre le degré approprié de participation et d'influence à l'avenir.

Effective Groundwater Management in the Gulf Islands (BC) and the San Juan Islands (Washington)

Alice Cohen*, and Karen Bakker

* University of British Columbia-Resource Management & Environmental Studies, 604-221-5493, cohen@interchange.ubc.ca

This study documents similarities and differences in the regulation and governance of groundwater in the Gulf and San Juan Islands on the West Coast of North America. The chain of islands is divided by an international boundary: the Gulf Islands are in British Columbia and the San Juan Islands are in Washington. The two groups of islands are climatologically and hydrogeologically similar, yet have very different water management institutions. Since there is little surface water on most of the islands, residents are heavily dependent on groundwater. Water supply is particularly stressed in the summer months, when low rainfall coincides with a drastic increase in demand for water due to higher population and increased water usage, as well as an increase in evapotranspiration. The study examines the regulatory frameworks and on-the-ground practices with respect to groundwater on both sides of the border. Interviews were conducted with thirty-nine participants located on six islands: three in each jurisdiction. Two key themes emerged from the research. One is the magnitude

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

and complexity of issues that are involved in decision making with respect to water resources; these were expressed in the form of many shared concerns and salient differences. A second key theme relates to the regulatory mechanisms that are already in place and what can be learned from manner in which they are enforced and implemented on the ground. Regulatory loopholes exist in both jurisdictions, and in many cases local innovations and networks worked to meet local needs and fill regulatory gaps. The study highlights the need for robust yet flexible groundwater policy in this fragile environment, and concludes that, with respect to on the ground management, written regulation appears to be of less significance than the physical characteristics of the resource and the social and economic context in which it is located.

Gestion des eaux souterraines dans les îles Gulf (Colombie-Britannique) et les îles San Juan (État de Washington)

La présente étude examine les ressemblances et les différences dans la réglementation et la gestion des eaux souterraines des îles Gulf et des îles San Juan, au large de la Côte Ouest de l'Amérique du Nord. Il s'agit d'un archipel traversé par une frontière internationale : les îles Gulf se situent en Colombie-Britannique et les îles San Juan, dans l'État de Washington. Les deux groupes d'îles affichent des caractéristiques climatologiques et hydrogéologiques semblables, mais les ressources en eau y sont gérées par des institutions très différentes. Comme il y a peu d'eau de surface sur la plupart des îles, leurs habitants dépendent fortement des eaux souterraines. Des pressions énormes s'exercent l'été, période marquée à la fois par la faiblesse des précipitations et une forte hausse de la demande attribuable à une population plus nombreuse et à une utilisation accrue, parallèlement à une augmentation de l'évapotranspiration. L'étude examine les cadres de réglementation ainsi que les pratiques concernant les eaux souterraines des deux côtés de la frontière. Des entrevues ont été menées auprès de 39 participants dans six îles, soit

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

trois dans chaque pays. Deux grands thèmes sont ressortis de la recherche. Le premier est celui de l'ampleur et de la complexité des enjeux lorsqu'il s'agit de prendre des décisions au sujet des ressources en eau, comme en a témoigné le grand nombre de préoccupations communes et de différences importantes. Le second thème est celui des mécanismes réglementaires existants et des leçons qui peuvent être tirées de la façon dont ils sont appliqués. Il existe des échappatoires dans la réglementation des deux pays et, dans de nombreux cas, des innovations ont été apportées localement et des réseaux se sont employés à répondre aux besoins locaux et à combler les lacunes dans la réglementation. L'étude montre qu'une politique de gestion des eaux souterraines rigoureuse mais souple s'impose dans cet environnement fragile et conclut qu'en ce qui concerne la gestion sur le terrain, une réglementation officielle semble revêtir moins d'importance que les caractéristiques physiques des ressources et le contexte socioéconomique dans lequel elles se situent.

Participatory SWOT Analysis of Land and Water Stewardship in the South Nation River Watershed, Ontario

Cecilia Ferreyra*, Reid Kreutzwiser, and Rebecca Swainson

* Guelph Water Management Group, Department of Geography, University of Guelph, 519-8244120 ext. 58113, mferreyr@uoguelph.ca

Land and water stewardship is one of the most relevant watershed management tools in Ontario. In this context, many Conservation Authorities, governmental agencies and non-government organizations (NGOs), have acquired extensive experience in the planning and delivery of a wide range of voluntary, non-regulatory programs implemented in cooperation with private landowners and other community

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

members (e.g., technical and financial assistance for best management practices (BMPs), ecosystem restoration, community awareness and education). Ontario's approach to source water protection (SWP), built around the development and implementation of watershed-based SWP plans, will influence existing and future land and water stewardship initiatives in the Province. A narrow focus on SWP may represent a missed opportunity for an integrated approach that could address opportunities for synergy with existing stewardship efforts, potentially achieving broader outcomes and benefits and helping avoid program duplication and conflict. In this paper, we present insights provided by a Participatory SWOT Analysis of the Clean Water Program (CWP), the main stewardship initiative of South Nation Conservation. Delivered through a network of farmer field representatives, the CWP is a multi-stakeholder initiative that encourages and supports rural landowners to undertake actions to improve water quality in the South Nation River watershed. The analysis of strengths and weaknesses of the CWP in regards to water quality protection, as well as perceived opportunities and threats posed by its potential integration with SWP, is based on the perspectives of ten stakeholders from different organizations involved with this stewardship initiative. They were invited to share their perspectives through individual interviews and a focus group session organized around five critical themes for integration: biophysical scales, social scales, information and knowledge, accountability, and organizational territoriality. The ultimate goal is not to achieve consensus, but to provide a framework for the participatory analysis of challenges and opportunities for integration in different places and different contexts.

Analyse FFPM participative de la gérance des terres et des eaux dans le bassin hydrographique de la rivière Nation-Sud, en Ontario

La gérance des terres et des eaux constitue l'un des plus importants outils de gestion des bassins hydrographiques en

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

Ontario. Dans ce contexte, de nombreux offices de protection de la nature, organismes gouvernementaux et organisations non gouvernementales (ONG) ont acquis une expérience considérable en matière de planification et de prestation d'une vaste gamme de programmes à participation facultative et non assujettie à des lois mis en œuvre en collaboration avec des propriétaires fonciers privés et d'autres membres des collectivités (p. ex., aide technique et financière pour la mise en place de pratiques de gestion exemplaires, remise en état d'écosystèmes, sensibilisation des collectivités). L'approche de l'Ontario en matière de protection des sources d'eau potable (PSEP), fondée sur l'élaboration et la mise en œuvre de plans de PSEP axés sur les bassins hydrographiques, influera sur les initiatives existantes et futures de gérance des terres et des eaux dans la province. Un accent mis trop étroitement sur la PSEP pourrait représenter une occasion manquée de mettre en place une approche intégrée qui tiendrait compte des possibilités de synergie avec les efforts de gérance existants en vue d'en arriver à l'obtention de résultats et d'avantages de plus grande portée et d'éviter les chevauchements de programmes et les conflits. Dans le présent article, nous présentons les conclusions d'une analyse FFPM (forces, faiblesses, possibilités et menaces) participative du « Clean Water Program » (CWP), la principale initiative de gérance mise en place par la Société d'aménagement de la rivière Nation-Sud. Le CWP, dont la prestation est assurée par un réseau de représentants auprès des agriculteurs, est une initiative à intervenants multiples qui vise à inciter les propriétaires fonciers ruraux à mettre en place des mesures permettant d'améliorer la qualité de l'eau dans le bassin hydrographique de la rivière Nation-Sud. L'analyse des forces et des faiblesses du CWP en matière de protection de la qualité de l'eau, ainsi que les possibilités et menaces perçues posées par son intégration potentielle à la PSEP, sont fondées sur les points de vue de dix intervenants qui représentent différentes organisations participant à cette initiative de gérance. Ils avaient été invités à partager leurs points de vue dans le cadre d'entrevues individuelles et d'une séance de discussion axées sur cinq thèmes jugés

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

critiques pour l'intégration : les échelles biophysiques, les échelles sociales, l'information et les connaissances, la responsabilisation et la territorialité organisationnelle. Le but ultime ne consiste pas à en arriver à un consensus, mais bien à mettre en place un cadre pour l'analyse participative des défis et possibilités en vue d'une intégration à différents endroits et dans différents contextes.

Developing Agri-Environmental Standards for Nutrients and Suspended Sediment for Canadian Agricultural Streams

Robert B. Brua*, Joseph M. Culp, Patricia A. Chambers, Glenn J. Benoy, and Chantal Vis

* Environment Canada, 306-975-6521, bob.brua@ec.gc.ca

Nutrient (nitrogen, N, and phosphorus, P) and sediment input to aquatic ecosystems can result in deleterious changes in abundance and diversity of aquatic invertebrates and fish. As part of a "National Agri-Environmental Standards Initiative", the Government of Canada has committed to development of non-regulatory environmental performance standards that establish desired environmental quality (for nutrients, sediments, pathogen and ecological flows) for agricultural watersheds. To evaluate methods for setting nutrient standards, an integrated approach has been employed consisting of analysis of existing data from forested and agricultural watersheds combined with experimental studies in networks of 10-15 streams (2nd-3rd order) in major agricultural ecozones of Canada. Results of various standard development methodologies and preliminary standards for Ontario and the Maritimes will be presented. Research is continuing on refining indicators for greater sensitivity and ease of measurement, and developing agri-environmental standards for agricultural streams in ecozones across Canada.

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

Comparing Ohio's Conservancy Districts with Ontario's Conservation Authorities

Sarah Michaels*

* University of Waterloo School of Planning, 519-888-4567
ext 36863, michaels@fes.uwaterloo.ca

The Ontario Conservation Authorities inherited a legacy of innovative, integrated water resources management and policy from the Ohio Conservancy Districts. Yet, little comparative attention has been paid to how the Districts and the Authorities, leaders worldwide in ground-breaking water resources management, have evolved to fulfill their parallel mandates.

Ohio's Conservancy Districts are state created political subdivisions formed at the initiative of either local political jurisdictions or landowners to solve local water management problems, such as flooding. Ontario's Conservation Authorities are provincially created watershed management agencies that manage water and other natural resources in partnership with individual landowners, local, provincial and federal governments and other organizations on behalf of constituent municipalities.

While there have been a number of comparative, state/provincial water policy studies, less attention has been paid to substate/subprovincial jurisdictions. Yet, in Ohio and Ontario substate and subprovincial regional water resources management entities have been early adapters of science-based practices and have incorporated new research findings into policy.

This presentation traces the uptake of science into policy in Ohio's Conservancy Districts and Ontario's Conservation

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

Authorities. Specific examples are drawn from the Maumee, Miami and Muskingum Conservancy Districts in Ohio and from the Grand River Conservation Authority and South Nation Conservation in Ontario. This discussion highlights the importance of federal and state/provincial legislation, natural perturbations and evolving perceptions of the physical environment in shaping if, when, and how science is incorporated into regional-scale water resources policy.

Comparaison des districts de conservation de l'Ohio et des offices de protection de la nature de l'Ontario

Les offices de protection de la nature de l'Ontario ont emprunté aux districts de conservation de l'Ohio des méthodes et des politiques de gestion des ressources en eau novatrices et intégrées. Et pourtant, peu d'études ont été menées pour comparer l'évolution des districts et des offices, chefs de file à l'échelle mondiale en matière de gestion novatrice des ressources en eau, compte tenu de leurs mandats respectifs.

Les districts de conservation de l'Ohio sont des organismes politiques de l'État mis sur pied à l'initiative des autorités locales ou des propriétaires terriens pour régler des problèmes locaux de gestion de l'eau comme les inondations. Les offices de protection de la nature de l'Ontario, quant à eux, sont des organismes provinciaux de gestion des bassins versants chargés de gérer l'eau et d'autres ressources naturelles, en partenariat avec les propriétaires terriens, les autorités locales, provinciales et fédérales et d'autres organismes pour le compte des municipalités.

Diverses études comparatives ont examiné les politiques de gestion de l'eau au niveau des États et des provinces, mais on s'est moins intéressé aux organismes au niveau infraétatique ou infraprovincial. Cependant, les organismes infraétatiques et infraprovinciaux de gestion de l'eau en Ohio et en Ontario n'ont pas hésité à adopter rapidement des

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

pratiques scientifiques et à intégrer de nouvelles découvertes scientifiques à leurs politiques.

Le présent exposé porte sur l'intégration de la science aux politiques des districts de conservation de l'Ohio et des offices de protection de la nature de l'Ontario, et donne notamment des exemples concrets se rapportant aux districts de conservation de Maumee, de Miami et de Muskingum, en Ohio, et aux offices de protection de Grand River et de la rivière Nation-Sud, en Ontario. Il met en lumière l'importance de la législation fédérale et de la législation de l'État ou de la province, les perturbations de la nature et l'évolution des perceptions face à l'environnement physique au moment de déterminer si la science sera intégrée aux politiques régionales de gestion des ressources en eau, ainsi qu'à quel moment et de quelle façon.

Analytical framework for effective urban water governance and integrated water resources management

S.H.M. Fakhruddin*

* Asian Disaster Preparedness Center (ADPC),
+66879929694, fakhruddin@adpc.net

In the recent year, there has been an increase in demand in the macro-level planning for urban water governance, analysis and assessment based on an integrated approach. This requires that the water availability, pricing and demand for resources be analyzed within a framework that includes environmental, ecological and socio-economic issues and concerns. An analytical framework for integrated water resources management (IWRM) is essential which can supports the formulation, analysis and evaluation of alternative water management strategies for IWRM. The analytical IWRM framework can provide information to

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

planning agencies enabling them to assess and compare alternative courses of action in preparation for decision making. An important aim of the IWRM framework is to provide structured approach based on consensus on the required information and connects three important parties or stakeholders in the planning process: resources analysts, planners and decision makers. This framework will reflect the changes in the utilization and availability of the water resources and in the water resources system itself. The IWRM analytical framework will be able to predict the relevant impacts on ecosystems and on the social and economic conditions of the different users of the resources and the society as a whole. The concept and its computational assumptions will be shared with other agencies involved in water management. This activity ultimately may result in regional guidelines for WRS planning and cooperation with river basin management. Such guidelines would also specify the criteria used for planning decisions and would identify the possible use of multi criteria analysis techniques to compare alternative options or strategies. The framework is not only a structured set of components and their interrelations but when visualized through a systems diagram, it also creates a structured process for its development and implementation.

Cadre d'analyse pour une gouvernance efficace des eaux urbaines et la gestion intégrée des ressources en eau

Au cours des dernières années, on a constaté une augmentation de la demande pour la planification au macro-niveau en matière de gouvernance, d'analyse et d'évaluation des eaux urbaines selon une approche intégrée. Cela nécessite d'analyser la disponibilité de l'eau, les prix et la demande en ressources selon un cadre englobant des enjeux et préoccupations environnementaux, écologiques et socioéconomiques. Il est essentiel de recourir à un cadre d'analyse pour la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) afin de soutenir la formulation, l'analyse et l'évaluation de nouvelles stratégies de gestion de l'eau pour

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

la GIRE. Le cadre d'analyse GIRE peut fournir aux organismes de planification l'information nécessaire pour évaluer et comparer différents plans d'action qui seront utilisés dans le processus décisionnel. Un objectif important du cadre d'analyse GIRE consiste à proposer une approche structurée fondée sur un consensus à l'égard de l'information requise, qui fait participer trois intervenants importants au processus de planification : analystes des ressources, planificateurs et décideurs. Ce cadre reflétera les changements survenus dans l'utilisation et la disponibilité des ressources en eau et du système hydrique en général. Le cadre d'analyse GIRE permettra de prédire les répercussions pertinentes sur les écosystèmes et sur les conditions sociales et économiques pour les différents utilisateurs des ressources et pour la société en général. Le concept et ses hypothèses computationnelles seront partagés avec d'autres organismes participant à la gestion de l'eau. Cette activité pourrait se traduire par l'élaboration de lignes directrices régionales pour la planification du système hydrique et la coopération avec les gestionnaires des bassins fluviaux. Ces lignes directrices préciseraient aussi les critères à utiliser pour les décisions de planification et indiqueraient les emplois possibles des techniques d'analyse à critères multiples pour comparer des options ou stratégies de remplacement. Le cadre est non seulement un jeu structuré de composantes, mais également, lorsqu'on le visualise à l'aide d'un diagramme de systèmes, un processus structuré pour son développement et sa mise en œuvre.

Drainage Management and Wetland Conservation in Saskatchewan - Collaborating to Develop and Implement Policy

Lesley Hall

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

* Saskatchewan Watershed Authority, 306-787-0782,
lesley.hall@swa.ca

Wetland conservation and drainage management are related yet distinct issues. Wetland conservation goes beyond protecting wetlands from drainage to include wetland restoration and sustainable management. Likewise, drainage management includes activities besides wetland drainage and infilling, such as channelization, diversion, and diking of watercourses. Two main questions are asked: How can we best conserve wetlands while also meeting other social and economic objectives? And how can drainage, when it does occur, best be managed to minimize negative impacts? The Watershed Authority met with numerous government and non-government organizations to discuss the future of wetland conservation and drainage management in Saskatchewan. Many interests arose from these discussions and include the following:

- o Private producers retain the ability to make land management decisions
- o The full range of wetland values are conserved
- o The costs of wetland conservation are shared fairly relative to the benefits
- o Government shows leadership in wetland conservation
- o Negative impacts from private water management decisions are avoided or mitigated
- o Wetland conservation and drainage are considered within a watershed context

The Watershed Authority's new draft policy has been guided by these discussions and by the 1995 Provincial Wetland Policy. The draft policy proposes several approaches to improve wetland conservation and to more effectively manage drainage in the province.

Gestion du drainage et conservation des terres humides en Saskatchewan – collaboration pour élaborer et mettre en œuvre la politique

La conservation des terres humides et la gestion du drainage sont des enjeux connexes bien que distincts. La conservation des terres humides ne se limite pas à la protection des terres humides menacées par le drainage

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

mais comprend également la restauration et la gestion durable des terres humides. De même, la gestion du drainage comprend d'autres activités que le drainage et le remplissage des terres, telles que la canalisation, la dérivation et l'endiguement des cours d'eau. Deux questions principales sont posées : Comment pouvons-nous mieux conserver les terres humides tout en atteignant les autres objectifs sociaux et économiques? Et comment pouvons-nous mieux gérer le drainage, lorsqu'il se produit, pour atténuer les répercussions néfastes? Les représentants de la Watershed Authority ont rencontré ceux de nombreux organismes gouvernementaux et non gouvernementaux pour discuter de l'avenir de la conservation des terres humides et de la gestion du drainage en Saskatchewan. De nombreux intérêts ont été manifestés durant ces discussions, y compris les suivants : * les producteurs privés conservent l'aptitude de prendre des décisions en matière de gestion des terres; * la gamme complète des valeurs rattachées aux terres humides est conservée; * les coûts de la conservation des terres humides sont partagés équitablement en fonction des avantages; * le gouvernement fait preuve de leadership en matière de conservation des terres humides; * les répercussions néfastes des décisions privées en matière de gestion de l'eau sont évitées ou atténuées; * la conservation et le drainage des terres humides sont considérés dans un contexte de bassin hydrologique. Ces discussions et la politique provinciale sur les terres humides de 1995 ont orienté l'élaboration de la nouvelle politique provisoire de la Watershed Authority. La politique provisoire propose plusieurs approches pour améliorer la conservation des terres humides et gérer plus efficacement le drainage dans la province.

Provincial-scale soft-path analysis: Lessons from Ontario

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

Paul Kay*

* University of Waterloo- Environment & Resource Studies,
519-888-4567 ext 35796, pkay@fes.uwaterloo.ca

Policies for a sustainable water future should be made by the provinces, which constitutionally have jurisdiction over most aspects of most waters within their boundaries. This paper reports the provincial-scale portion of a national study of water soft-path approaches to sustainability. Ontario provides an important case study, given its population, industrial and agricultural activity. This study began with identification of all water uses in the base year of 2000, and built three scenarios for the year 2031. A business-as-usual scenario suggested what water demand might be for anticipated population and economic growth if present water-use intensity were constant. An enhanced-efficiency scenario applied currently available efficiency and conservation measures more broadly than currently in practice. A conservation-commitment scenario assumed more aggressive application of efficiency and conservation, and shifts away from some water uses for some applications. The basic question is: can the province accommodate growth and living standard with present, or less, water? Business-as-usual scenarios suggest water demand at 2031 would be more than 30% of current amounts. This paper outlines broad results for agriculture and industry. We assumed expansion of irrigated agriculture to meet growing demand, shrinking land base, and climate change. Water use would grow, even with extensive shifts to higher efficiency systems. Abandonment of water-intensive discretionary crops, such as sod, may keep future water use approximately at today's levels. Many industries already employ efficient processes. The auto industry, for example, could grow without more water, with enhanced recycling, waterless processes, and capturing rainwater from factory roofs. Within the limits imposed by the data, we suggest Ontario can achieve a water-soft future of no new water while having population and economic growth. This provincial-scale analysis suggests the desirability for

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

analyses at finer scales, such as drainage basins, municipalities, and industrial or agricultural sectors.

Analyse de la voie douce à l'échelle provinciale : leçons de l'Ontario

Les politiques visant à assurer l'avenir de la gestion durable de l'eau devraient être élaborées par les provinces qui sont, en vertu de la constitution, l'autorité compétente en ce qui concerne la majorité des aspects touchant la plupart des plans d'eau sur leur territoire. Le présent document porte sur le volet provincial d'une étude nationale des voies douces pour assurer la durabilité des ressources hydriques. L'Ontario représente une étude de cas importante, étant donné sa population et son activité industrielle et agricole. L'étude a commencé par la détermination de toutes les utilisations d'eau au cours de l'année de référence 2000 et l'établissement de trois scénarios pour l'année 2031. Un scénario fondé sur le maintien du statu quo montre quelle pourrait être la demande en eau en fonction de la croissance démographique et économique prévue si l'intensité actuelle de la consommation d'eau demeurerait constante. Un scénario fondé sur une efficacité accrue mettrait en application les mesures d'efficacité et de conservation en vigueur actuellement dans un contexte plus global que la pratique courante. Un scénario fondé sur des engagements en matière de conservation présumait que des mesures plus énergiques d'efficacité et de conservation seraient prises et que les habitudes de consommation d'eau pour certaines applications seraient profondément modifiées. La question fondamentale est la suivante : la province peut-elle favoriser la croissance et maintenir le niveau de vie avec la quantité d'eau utilisée à l'heure actuelle ou moins? Selon le scénario fondé sur le maintien du statu quo, la demande en eau en 2031 serait de 30 % supérieure à la demande actuelle. Le présent document décrit brièvement les résultats liés à l'activité agricole et industrielle; ils sont fondés sur l'hypothèse de l'expansion de la culture en terrain irrigué en réponse à la demande croissante, de la réduction de la

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

superficie des terres et du changement climatique. La consommation d'eau augmenterait, même si l'on adoptait massivement des systèmes plus efficaces. L'abandon de cultures discrétionnaires exigeantes en eau, telles que le gazon, pourrait permettre de maintenir la consommation d'eau future plus ou moins à son niveau actuel. De nombreuses industries utilisent déjà des processus efficaces. L'industrie automobile, par exemple, pourrait croître sans utiliser davantage d'eau, en augmentant le recyclage de l'eau, en adoptant des processus sans eau et en récupérant l'eau de pluie tombée sur les toits des usines. Dans les limites imposées par les données, nous croyons que l'Ontario peut assurer son approvisionnement futur en eau douce sans avoir recours à de nouvelles sources d'eau tout en maintenant sa croissance démographique et économique. Selon les résultats de l'analyse à l'échelle provinciale, il serait souhaitable de mener des analyses à plus petites échelles, portant entre autres sur les bassins de drainage, les municipalités et les secteurs industriels ou agricoles.

Water Soft Path Analysis in Canada

David B. Brooks*, Oliver Brandes, Graham Daborn and Paul Kay

* Friends of the Earth Canada, 613-241-0085 ext 27,
dbrooks@foecanada.org

Water soft paths are both an analytical technique and a planning tool. Their heritage lies with soft energy paths that were developed in the 1980s, and they take advantage of the many analogies between water and energy. However, there are just as many differences so methodological work was necessary to prove the concept. Moreover, soft paths must be distinguished from demand management. In a sentence, whereas demand management asks how to attain

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

some result with less water, soft paths ask why use water to attain that result at all.

Though there have been many studies of the potential for reducing water use through demand management, this presentation will describe what we believe to be the first water soft path study that adopts all of its distinguishing characteristics, including treatment of water as service rather than an end, matching quality of water delivered to that required by the end use, and backcasting rather than forecasting. The study was led by Friends of the Earth Canada and carried out at three universities: watershed scale at Acadia University, Nova Scotia; provincial scale at the University of Waterloo, Ontario; and urban scale at the University of Victoria, British Columbia. Though results have to be considered indicative rather than definitive, they do show that: 1) water soft path analysis is feasible and distinct from conventional analysis; and 2) potential savings can be demonstrated that go well beyond those available with demand management and that also take direct account of such issues as ecological protection and climate change. For example, using Annapolis Valley in Nova Scotia as a case study, the research indicated that adoption of soft path principles would permit a cut in water use to less than half current levels while accommodating expected growth in population, agriculture and other economic activities.

Analyse des voies douces de l'eau au Canada

Les voies douces de l'eau sont à la fois une technique d'analyse et un outil de planification. Elles s'inspirent des voies douces d'analyse de l'énergie élaborées dans les années 1980 et profitent des nombreuses analogies entre l'eau et l'énergie. Toutefois, en raison des nombreuses différences, il a fallu modifier la méthodologie pour prouver le concept. De plus, les voies douces se distinguent des approches de gestion de la demande. En résumé, alors que les approches de gestion de la demande cherchent à obtenir un résultat par une utilisation réduite de l'eau, les voies

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

douces remettent en question l'utilisation de l'eau pour atteindre ce même résultat.

Même si de nombreuses études ont porté sur la possibilité de réduire l'utilisation de l'eau en misant sur la gestion de la demande, le présent exposé décrira ce qui, à notre avis, est la première étude de la voie douce de l'eau qui porte sur tous les caractéristiques distinctes de celle-ci, y compris le traitement de l'eau comme un service plutôt qu'un produit final, la correspondance entre la qualité de l'eau fournie et les besoins de l'utilisation finale et l'analyse rétrospective plutôt que la prévision. Sous la direction de l'organisme Les Amis de la Terre (Canada), l'étude a été menée dans trois universités : à l'échelle d'un bassin hydrologique à l'Université Acadia, en Nouvelle-Écosse; à l'échelle d'une province à l'Université de Waterloo, en Ontario; et à l'échelle d'une ville à l'Université de Victoria, en Colombie-Britannique. Même si les résultats doivent être considérés à titre indicateur plutôt que définitif, ils montrent néanmoins que : 1) l'analyse de la voie douce de l'eau est possible et se distingue de l'analyse conventionnelle; et 2) les économies potentielles qui peuvent être démontrées dépassent largement celles qui sont établies par l'approche de gestion de la demande et tiennent directement compte de questions importantes telles que la protection du milieu et le changement climatique. Par exemple, d'après les résultats obtenus dans l'étude de cas de la vallée Annapolis, en Nouvelle-Écosse, l'adoption des principes de la voie douce permettrait de réduire la consommation d'eau à moins de la moitié des niveaux actuels tout en répondant aux besoins liés à la croissance prévue de la population, de l'agriculture et des autres activités économiques.

**Tri-National Initiative on Environmentally Sustainable
Agriculture and Water Quality**

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

Clint Hilliard*

* Agriculture & Agri-Food Canada-PFRA, 306-975-6281, hilliardcr@agr.gc.ca

In March 2006, PFRA was part of an AAFC team who, in collaboration with employees of the Mexican and U.S. departments of Agriculture, convened a session at the 4th World Water Forum in Mexico City. The title of the session was Environmentally Sustainable Agriculture and Water Quality. Participation in this conference was the culmination of an informal, international project called the Tri-National Initiative on Environmentally Sustainable Agriculture and Water Quality. The project began during a high-level meeting of the deputy ministers of agriculture of Canada, Mexico and the United States. Discussion of the need for more regular collaboration to promote sustainable agriculture in North America led to the organization of a tri-national workshop to further the effort. The initial workshop was held in Banff in 2003. One of the outcomes of the workshop was a resolution to produce a document describing and comparing the efforts of the three North American nations in the areas of agri-environmental research, policy and programming. The goal was to present the results of the international collaboration to an international audience at the 4th World Water Forum. The Canadian team was composed of members from Research Branch, Environment Bureau and PFRA. The final document was composed of three papers dealing with research, policy, and case studies of on the ground successes. The presentation will describe the international collaboration and the resulting papers.

Initiative trinationale sur l'environnement durable en agriculture et la qualité de l'eau

En mars 2006, l'ARAP faisait partie d'une équipe d'AAC qui, en collaboration avec des employés des ministères de l'agriculture du Mexique et des États-Unis, a convoqué une séance lors du 4^e Forum mondial de l'eau qui se tenait à Mexico. Le titre de la séance était « L'environnement

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

« durable en agriculture et la qualité de l'eau ». La participation à cette conférence marquait le point culminant d'un projet international officiel appelé « Initiative trinationale sur l'environnement durable en agriculture et la qualité de l'eau ».

Le projet a débuté au cours d'une réunion de haut niveau des sous-ministres de l'agriculture du Canada, du Mexique et des États-Unis. Des pourparlers sur la nécessité d'une collaboration plus régulière pour promouvoir une agriculture durable en Amérique du Nord ont mené à l'organisation d'un atelier trinational en vue d'appuyer cet effort. L'atelier initial s'est tenu à Banff (Alberta) en 2003. Un des résultats de l'atelier a été une résolution visant à produire un document qui décrirait et comparerait les efforts des trois pays d'Amérique du Nord dans les secteurs de la recherche, de la politique et des programmes agroenvironnementaux. L'objectif était de présenter les résultats de la collaboration internationale à un auditoire international lors du 4^e Forum mondial de l'eau.

L'équipe canadienne se composait de membres issus de la Direction générale de la recherche, du Bureau de l'environnement et de l'ARAP. Le document final était constitué de trois articles traitant de la recherche, de la politique et d'études de cas de 'réussites sur le terrain'. L'ARAP a contribué au projet en rassemblant six études de cas, deux de chaque pays, qu'il a combiné ensuite en un seul document pour finalement présenter celui-ci dans à Mexico. Cette présentation décrira le projet trinational et les six études de cas utilisées dans le document « exemples de réussite ».

Mass Carcass Burial Site Identification

Vic Klassen*

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

* Agriculture & Agri-Food Canada - PFRA Geoenvironmental Unit, 306-780-8703, klassenvr@agr.gc.ca

In recent years, there have been a number of incidences of foreign animal diseases, such as BSE (Bovine Spongiform Encephalopathy) and CWD (Chronic Wasting Disease), requiring slaughter of animals which then have to be disposed of. Burial is a common method of carcass disposal particularly if a large number of animals are involved. There is a need to identify pre-approved environmentally and socially appropriate mass burial sites in order to be prepared in the event of an animal disease outbreak and protect groundwater resources from potential contamination. Simultaneous and similar projects are underway in Saskatchewan, Manitoba and Alberta in partnership with provincial agriculture departments to prepare or revise GIS based risk maps for the identification of potential mass carcass burial sites. Development of risk maps requires establishment of criteria related to surficial geology, hydrogeology, geotechnical engineering and setback distances from physical features such as roads, towns and waterways. These criteria are unique to each province and criteria development is led by provincial authorities. PFRA is assisting with criteria development and risk map preparation as required by each province. This experience is also being brought forward to other provinces. In addition to risk based mapping, site specific investigation of potential mass carcass burial sites is required to confirm the suitability of regional pre-approved mass carcass burial sites; PFRA has agreed to conduct this work in Saskatchewan, Manitoba and Alberta. This presentation identifies key learnings derived from experiences with carcass burials and describes provincial criteria related to risk map preparation and burial site identification, as well as areas where more knowledge is needed. The project addresses emergency response planning for carcass disposal while protecting the quality of surface water and groundwater resources.

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

Identification d'un site d'enfouissement de masse de carcasses

Au cours des dernières années, un certain nombre d'incidents sont survenus en ce qui concerne les maladies animales exotiques, comme l'encéphalopathie spongiforme bovine et l'encéphalopathie des cervidés, nécessitant l'abattage et l'élimination ultérieure des animaux. L'enfouissement est une méthode commune d'élimination des carcasses, en particulier si un grand nombre d'animaux sont touchés. Il est nécessaire d'identifier des sites d'enfouissement de masse préalablement approuvés et appropriés du point de vue de l'environnement et de la société, afin d'être préparés en cas d'épidémie de maladie animale. Deux projets simultanés et semblables sont en cours en Saskatchewan et au Manitoba, en partenariat avec les ministères provinciaux de l'Agriculture, visant à préparer des cartes des risques fondées sur le SIG pour faciliter l'identification de sites éventuels d'enfouissement de masse de carcasses. La création de cartes des risques exige l'établissement d'un ensemble de critères associés à la géologie de surface, à l'hydrogéologie, à la géotechnique et aux distances de retrait par rapport aux éléments physiques comme les routes et les villes. Ces critères, établis par les autorités provinciales, sont uniques à chaque province. L'ARAP participe à l'établissement des critères et à la préparation des cartes des risques. Cette expérience est également avancée auprès des autres provinces. En plus de l'identification des risques, une enquête approfondie sur l'emplacement des sites éventuels d'enfouissement de masse de carcasses est nécessaire pour confirmer la durabilité des sites régionaux préalablement approuvés pour l'enfouissement de masse de carcasses : l'ARAP a accepté d'effectuer ce travail en Saskatchewan et au Manitoba. Cette présentation identifie les principaux éléments que ces expériences nous ont appris sur l'enfouissement de carcasses et décrit les critères provinciaux associés à la préparation des cartes des risques et à l'identification du site d'enfouissement, ainsi que les secteurs dont on doit approfondir les connaissances.

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

The Capacity of Montreal Lake, SK to Maintain Safe Drinking Water in an Uncertain Future

Mathieu Lebel*

* Department of Geography, University of Saskatchewan,
lebelmathieu@hotmail.com

Recent waterborne disease outbreaks in Canada have brought national awareness to drinking water safety. In particular, the long history of poor water quality plaguing First Nations communities has received substantial public attention. However, despite several initiatives from the federal government and considerable financial support, the quality of drinking water on reserves has shown little improvement and continues to pose health risks to residents. As a result, there is a growing interest in the capacity of First Nations communities to effectively manage their drinking water resources, both now and in the future. This research explores the community capacity of Montreal Lake, SK to maintain a safe drinking water supply in an uncertain future. Located in the southern boreal forest, Montreal Lake is a First Nations community of approximately 3000 residents that draws their water directly from Montreal Lake. Through individual interviews with representatives from all the agencies responsible for the provision of drinking water to the community's residents, a public workshop, and analysis of water quality data an assessment of the community's capacity to maintain safe drinking water was determined. This project involved an examination of the community's water supply and management practices with a focus on the ability of the community to adapt to any potential water quality concerns in the future. This research also explored the challenges First Nations communities face in the provision of safe drinking water.

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

La capacité de maintenir l'eau potable salubre à Montreal Lake, Saskatchewan

En ce moment, le long passé de l'eau potable de mauvaise qualité dans les communautés des Premières nations au Canada attire beaucoup d'attention. Malgré plusieurs initiatives de la part du gouvernement du Canada et un soutien financier considérable, la qualité de l'eau potable dans les communautés des Premières nations démontre très peu d'amélioration et constitue toujours des menaces pour la santé des résidents. Par conséquent, l'intérêt grandit dans la capacité de ces communautés pour gérer efficacement leurs ressources hydriques. Cette recherche examine la capacité de maintenir l'eau potable salubre à Montreal Lake, une communauté des Premières nations située dans la forêt boréale de Saskatchewan. La communauté a une population approchée de 3000 habitants et puise de l'eau directement de Montreal Lake. Par des entrevues avec des représentants de tous les organismes responsables pour l'approvisionnement de l'eau potable aux résidents, un atelier public, et l'analyse des données de la qualité de l'eau, une évaluation de capacité a été déterminée. Ce projet comprenait l'étude du système de l'eau potable et les habitudes de gestion, en s'intéressant particulièrement à la capacité de la communauté de s'adapter aux soucis possibles dans l'avenir. Cette recherche a examiné aussi les défis affrontés par les communautés des Premières nations dans l'approvisionnement de l'eau potable salubre.

Water Issues in the 21st Century: Water Policy Implications for Science and Technology

H. Khan, P. Dawe*, and R. Boals

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

* Department of Environment & Conservation, 709-637-2542, pauladawe@gov.nf.ca

Who if anyone owns water? Is water a human right or a human need? What happens when water demand exceeds supply? How is equity to be achieved in water access and use? Do water rich regions of the world have an obligation to share water supplies with water poor regions? Is water a common good or a commodity? Will the current political and economic ideologies of the world be flexible enough to deal with a global water crisis where billions are without access to water? Are dams the answer or the problem? At what risk is unclean water acceptable and at what cost? How do the needs of natural systems for water measure against the over billion people lacking safe drinking water or trying to grow food? Are people in the developed world willing to sacrifice their quality of life for the environment? Will the polluters of water today be treated like the war criminals of tomorrow? Will wars be fought over water? What will climate change do to our water resources? Why haven't we been able to lessen the scale and scope of water issues despite the number of major international conferences and initiatives taken over the past 30 years?

The amount of water on Earth is fixed, but the issues and complexities involved with water management from a global perspective seem ever increasing. The management of water resources has been relatively re-active up to this point, and translating water policy into useful action on the ground has proven a challenge. The water issues facing us into the 21st century are myriad and complex, and so are the solutions.

Les enjeux de l'eau au 21^e siècle

À qui appartient l'eau? L'eau peut-elle même appartenir à qui que ce soit? L'eau est-elle un droit ou un besoin pour l'humanité? Qu'arrive-t-il lorsque la demande dépasse l'offre? Comment assurer l'équité en matière d'accès à l'eau

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

et d'utilisation de l'eau? Les régions qui ont d'abondantes ressources en eau ont-elles l'obligation de les partager avec les régions qui en sont dépourvues? L'eau représente-t-elle un bien commun ou une marchandise? Les idéologies politico-économiques actuelles seront-elles assez souples pour s'attaquer à une crise mondiale qui privera des milliards d'individus d'avoir accès à l'eau? Les barrages sont-ils la solution ou le problème? À quel niveau de risque l'eau polluée est-elle acceptable et à quel coût? Comment les besoins en eau des systèmes naturels se comparent-ils aux besoins des milliards de personnes qui n'ont pas d'eau potable ou qui tentent de cultiver des aliments? Les habitants des pays développés sont-ils disposés à sacrifier leur qualité de vie au nom de l'environnement? Les pollueurs d'aujourd'hui seront-ils traités comme des criminels de guerre demain? Des guerres éclateront-elles pour l'eau? Quelles seront les conséquences du changement climatique sur nos ressources en eau? Pourquoi n'avons-nous pas réussi à réduire l'ampleur et la portée des problèmes liés à l'eau en dépit des nombreuses conférences et initiatives internationales de premier plan au cours des 30 dernières années?

Les ressources en eau de la terre sont fixes, mais les problèmes et les complexités qui se rapportent à la gestion de l'eau dans une perspective mondiale semblent augmenter sans cesse. Jusqu'à maintenant, la gestion des ressources en eau a été relativement réactive et la concrétisation de la politique relative à l'eau en mesures efficaces sur le terrain s'est avéré un défi. Les enjeux liés à l'eau auxquels nous devons faire face au 21^e siècle sont nombreux et complexes, au même titre que les solutions.

Prairie Provinces Statement of Expectations Process

Darrin Qualman*

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

* Saskatchewan Environmental Society, 306-492-4714,
darrinq@environmentalsociety.ca

Until recently, citizens relied primarily on governments for safe, reliable supplies of water and for environmental stewardship. That has changed: citizens and civil society organizations are looking for ways to participate directly in formulating water and environmental policies. The catalyst issues are well-known. In the realm of water quality, Walkerton, Kashechewan and North Battleford come directly to mind. Increasingly, problems are not limited to water quality—water *quantity* concerns are also prominent. Climate change, tarsands development, water shortages in southern Alberta, and conflicts over proposed dams threaten ecological integrity and socio-economic stability.

As noted by Wallace, Woo, & Boudreau (1997: 129), “the hope for achieving sustainability in water management lies in the establishment of interdependent, community-based partnerships and increased stakeholder involvement.” Responding to this challenge, a coalition of civil society organizations in western Canada has come together to cooperatively draft a “Statement of Expectations for Water Sustainability in the Prairie Provinces” (SOEPP). The Statement of Expectations model—first used by civil society groups in Ontario—melds two complementary processes: 1) broad-based consultation and co-operative drafting of a common statement to reflect citizens’ expectations of governments; and 2) a campaign to enlist broad support and sign-on by diverse organizations to give political weight to the Statement. The approach is intended to give a clear and powerful voice to citizens and to open new channels for democratic communication and collaborative policy development.

The organizations facilitating the SOEPP include Bow Riverkeeper, Environmental Law Centre, Manitoba Eco-Network, Saskatchewan Environmental Society, Sierra Club of Canada (Prairie Chapter), and the Polis Project on

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

Ecological Governance. Consultations will begin in the second quarter of 2007, with completion in late-2007.

Our proposed CWRA presentation will outline the SOEPP processes, include a copy of the SOEPP Discussion Draft designed to elicit feedback, and update the Conference on progress.

Reference: Wallace, M., Woo, L. E., & Boudreau, S. (1997). "Involving the Public: Learning from Watershed Planning in Ontario." In D. Shrubsole & B. Mitchell (Eds.), *Practising Sustainable Water Management: Canadian and International Experiences*. (pp. 115-132). Cambridge: Canadian Water Resources Association.

Rédaction d'un énoncé des attentes dans les provinces des Prairies

Jusqu'à maintenant, les citoyens comptaient principalement sur les gouvernements pour leur assurer des approvisionnements en eau sûrs et fiables et pour gérer l'environnement. Mais la situation a changé : les citoyens et les organisations de la société civile cherchent désormais des moyens de participer directement à l'élaboration des politiques de l'eau et de l'environnement. Les catalyseurs en sont bien connus : qu'on se souvienne simplement de Walkerton, de Kashechewan et de North Battleford en ce qui concerne la qualité de l'eau. Et, de plus en plus, les problèmes vont au-delà de la qualité de l'eau : on s'inquiète aussi de sa *quantité*. Le changement climatique, l'exploitation des sables bitumineux, les pénuries d'eau dans le Sud de l'Alberta et les conflits que soulèvent les projets de construction de barrages menacent l'intégrité écologique et la stabilité socioéconomique.

Comme Wallace, Woo et Boudreau l'ont fait remarquer (1997, p. 129) [TRADUCTION] « l'espoir d'atteindre la viabilité en matière de gestion de l'eau dépend de la création de partenariats communautaires interdépendants et de la participation accrue des parties prenantes. » Pour relever ce défi, une coalition

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

d'organisations de la société civile dans l'Ouest du Canada s'est donné pour mission de collaborer à la rédaction d'un énoncé des attentes en matière de viabilité de l'eau dans les provinces des Prairies (*Statement of Expectations for Water Sustainability in the Prairie Provinces* ou SOEPP). Le modèle de l'énoncé des attentes, qui a d'abord été utilisé par des groupes de la société civile en Ontario, réunit deux processus complémentaires : 1) de vastes consultations et la rédaction en collaboration d'un énoncé des attentes des citoyens face aux pouvoirs publics; 2) une campagne pour aller chercher de nombreux appuis et obtenir l'adhésion de diverses organisations, ce qui donne un poids politique à l'énoncé. Pour les citoyens, cette démarche représente un moyen puissant de se faire entendre clairement, tout en ouvrant de nouvelles voies pour la communication démocratique et l'élaboration de politiques en collaboration.

Les organisations suivantes participent au processus du SOEPP : Bow Riverkeeper, Environmental Law Centre, Réseau écologique du Manitoba, Saskatchewan Environmental Society, Sierra Club du Canada (section des Prairies) et le projet Polis sur la gouvernance écologique. Les consultations commenceront au deuxième trimestre de 2007 pour se terminer à la fin de 2007.

Notre exposé à l'Association canadienne des ressources hydriques (ACRH) tracera les grandes lignes des processus sur lesquels repose le SOEPP, présentera une version préliminaire du SOEPP conçue pour obtenir des rétroactions et fera le point sur les progrès accomplis.

International Comparative Study of Environmental Assessment Regulations

Greg Jones*, and Cat Shrier

* Golder Associates Ltd., 403-532-5797, gjones@golder.com

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

Development of water resources projects is critical for water supply management, but understanding potential environmental impacts of these projects is equally important. Worldwide, environmental assessment regulations have been developed to ensure a methodological approach to the understanding and evaluation of potential impacts. These environmental assessment regulations for projects affecting water have the same key phases in Canada and other countries, including scoping, baseline data collection, consultation, document preparation, the completion of a regulatory review, and a process of hearings or supplemental questions (or both) by which additional information is collected before the regulators make a recommendation. Environmental impact assessments are a critical step in the development of water resources projects. Golder Associates recently completed a study for Natural Resources Canada comparing environmental regulations in Canada, the United States, Germany, Australia, Peru, and Italy, to evaluate the differences in issues, timelines and processes in Environmental Assessment practices in each country. The study explored the way factors such as project complexity, environmental sensitivity, regulator capacity and multi-jurisdictional processes affected EA process timing. This study was completed to determine what lessons could be derived for future improvement or streamlining of the Canadian environmental assessment standards. In addition to differences between countries, significant variation was found to exist between states and provinces with different sets of regulatory processes. Key differences were found in the way national and state or provincial governments cooperate to complete environmental assessments in various countries. This paper summarizes the results of this research, focusing on case studies involving reservoir development and operation or with significant effects on water resources and highlighting the key factors affecting timelines of environmental assessments.

Comparaison de la réglementation de divers pays en matière d'évaluations environnementales

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

La mise sur pied de projets concernant les ressources en eau est essentielle à la gestion des approvisionnements, mais il est tout aussi important de comprendre les répercussions environnementales que de tels projets peuvent avoir. De nombreux pays ont adopté une réglementation en matière d'évaluations environnementales pour veiller à ce que l'analyse et l'évaluation des répercussions possibles se fassent méthodiquement. S'agissant des projets qui concernent l'eau, les réglementations de ce genre, aussi bien au Canada que dans d'autres pays, comprennent les mêmes grandes étapes, soit l'établissement de la portée de l'évaluation, la collecte de données de référence, la consultation, la rédaction de documents, la réalisation d'un examen réglementaire et la tenue d'audiences ou les questions supplémentaires (ou les deux). Il s'agit de recueillir un complément d'information avant la présentation de recommandations de la part de l'organisme de réglementation. Les évaluations des répercussions environnementales représentent une étape critique de l'élaboration des projets sur les ressources en eau. La firme Golder Associates a récemment fait, pour le compte de Ressources naturelles Canada, une comparaison de la réglementation environnementale du Canada, des États-Unis, de l'Allemagne, de l'Australie, du Pérou et de l'Italie, laquelle comparaison avait pour but de déterminer les différences dans les enjeux, les calendriers et les processus des pratiques d'évaluation environnementale de chacun de ces pays. L'étude a examiné de quelle façon des facteurs comme la complexité d'un projet, la fragilité de l'environnement, la capacité de l'organisme de réglementation et les processus faisant appel à divers ordres de gouvernement influencent les échéanciers du processus des évaluations environnementales. Son objet était de déterminer les leçons qui pouvaient être tirées aux fins de l'amélioration ou de la rationalisation futures des normes canadiennes régissant ces évaluations. Outre les différences entre les pays, l'étude a permis d'observer des variations significatives entre les États et les provinces qui ont des

WATER POLICY IMPLICATIONS FOR SCIENCE & TECHNOLOGY (WPI)

processus réglementaires différents. Des différences importantes ont été observées dans la façon dont les gouvernements nationaux et les gouvernements des États ou des provinces collaborent pour mener des évaluations environnementales dans divers pays. Le présent document résume les résultats de la recherche en se concentrant sur des études de cas relatives à des projets d'aménagement et de gestion de bassins ou des projets qui ont eu des effets importants sur les ressources en eau; il met également en lumière les facteurs clés qui influencent les échéanciers des évaluations environnementales.

WATER RESOURCE MANAGEMENT (WRM)

Concept for a Water Availability Indicator in Canada

Michel Villeneuve*

* Water Conservation Division, Environment Canada, (819) 934-5102, michel.villeneuve@ec.gc.ca

The sustainability of freshwater supplies is a growing concern worldwide. Even in Canada, a country relatively rich in fresh water resources, pressures including rapid urbanization, industrial expansion, agricultural intensification, and the potential impacts of climate change stress water supply and jeopardize the health of aquatic ecosystems. Many sectors of the Canadian economy are concerned about Canada's ability to manage this vital resource in a sustainable manner. To ensure continued sustainability of freshwater for human use and ecosystem support, we must be able to track the state of water availability in Canada, and changes in that state. Environment Canada has begun to organize thinking around such an indicator and we will be presenting some conceptual approaches for review and comment.

Concept pour un indicateur de disponibilité de l'eau au Canada

La durabilité de l'approvisionnement en eau douce est une préoccupation de plus en plus importante à l'échelle mondiale. Même au Canada, un pays relativement riche en ressources d'eau douce, des pressions telles que l'urbanisation rapide, l'expansion industrielle, l'intensification agricole et les répercussions éventuelles des changements climatiques créent une pression sur l'approvisionnement en eau et mettent en péril le bien-être les écosystèmes aquatiques. Dans bien des secteurs de l'économie canadienne, on se soucie de la capacité du Canada de gérer cette ressource vitale d'une manière durable. Afin d'assurer la durabilité continue de l'eau douce pour la consommation humaine et le soutien des écosystèmes, nous devons être en mesure de suivre de près l'état de la disponibilité de l'eau au Canada, ainsi que les changements de cet état.

WATER RESOURCE MANAGEMENT (WRM)

Environnement Canada a commencé à organiser des réflexions sur un tel indicateur et soumettra certaines approches conceptuelles pour examen et commentaires.

Site specific water quality guidelines for ecosystem-based parameters

Davies, John-Mark* and Hanley, Terry

* Saskatchewan Watershed Authority, (306) 933-8250, john-mark.davies@swa.ca

Establishing relevant guidelines for assessing water quality for the protection of aquatic health is fundamental to indicator performance measures, such as the Canadian Water Quality Index, and for the development of sustainable water quality management strategies. The challenge in setting guidelines is to ensure that regional characteristics and short- and long-term variability of water quality parameters are appropriately captured. Water quality parameters can be divided into the broad categories of ecosystem-based parameters and toxicological parameters. Ecosystem-based parameters define the environment within which organisms live and include nutrients (trophic status gradient), dissolved organic carbon (dystrophic gradient), dissolved ions (salinity gradient) and pH (pH gradient). In contrast, toxicological parameters are directly harmful to organism health. Water quality guidelines for the protection of aquatic life typically involve identifying toxic compounds and establishing toxicity criteria that are used in setting guidelines. Site specific guidelines for toxicological parameters are modified based on local water chemistry characteristics and/or local species assemblages. Guideline development for ecosystem-based parameters have undergone less intensive development than many toxicological compounds. However, fundamental changes in ecosystem structure, such as those accompanied by eutrophication, remain among the highest priority for

WATER RESOURCE MANAGEMENT (WRM)

developing sustainable water quality management strategies. The QuAppelle Rivers headwaters are subsidized by water transferred from Lake Diefenbaker. Along the QuAppelle River the constituents undergo concentration changes, in part due to natural process and in part due to human activities. This gradient in water quality provides a unique opportunity to apply ecosystem-based site specific objectives to determine appropriate objectives for the system. This presentation will focus on the establishment and practical application of setting ecosystem-based objectives, using the QuAppelle River system as a model.

Lignes directrices localisées pour la détermination de paramètres écosystémiques dans l'évaluation de la qualité de l'eau

L'établissement de lignes directrices pertinentes pour évaluer la qualité de l'eau en vue de protéger la santé des organismes aquatiques est essentiel pour les indicateurs de rendement, tels que l'Indice canadien de la qualité des eaux, et pour l'élaboration de stratégies de gestion durable de la qualité de l'eau. Le défi consiste à s'assurer que les caractéristiques régionales et la variabilité à court terme et à long terme des paramètres de qualité de l'eau sont mesurées correctement. Les paramètres de qualité de l'eau peuvent être regroupés dans les deux catégories générales des paramètres écosystémiques et des paramètres toxicologiques. Les paramètres écosystémiques définissent l'environnement dans lequel vivent les organismes, et ils comprennent les éléments nutritifs (gradient d'état trophique), le carbone organique dissous (gradient dystrophique), les ions dissous (gradient de salinité) et le pH (gradient de pH). Au contraire, les paramètres toxicologiques sont directement nuisibles pour la santé des organismes. En règle générale, l'établissement de lignes directrices en matière de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique nécessite l'identification des composés toxiques, puis la détermination des critères de toxicité appropriés. Les lignes directrices localisées pour l'établissement de paramètres toxicologiques sont modifiées en fonction des

WATER RESOURCE MANAGEMENT (WRM)

caractéristiques locales de la chimie de l'eau et/ou des assemblages d'espèces locaux. Jusqu'à présent, les lignes directrices en matière de paramètres écosystémiques avaient été moins intensément développées en comparaison de celles relatives à de nombreux composés toxiques. Pourtant, les changements fondamentaux connus par les structures écosystémiques, par exemple, dans le cas de l'eutrophisation, relèvent de la plus haute priorité pour l'élaboration de stratégies de gestion durable de la qualité de l'eau. Le cours supérieur de la rivière Qu'Appelle est augmenté par de l'eau en provenance du lac Diefenbaker. Le long de cette rivière, les constituants subissent des changements de concentration, en partie attribuables à un processus naturel, et en partie aux activités humaines. Ce gradient de la qualité de l'eau nous offre une occasion unique d'appliquer des objectifs écosystémiques localisés en vue de déterminer les objectifs appropriés pour le système. Notre présentation sera axée sur l'établissement et la mise en pratique d'objectifs écosystémiques en utilisant le système de la rivière Qu'Appelle en tant que modèle.

The Role of Saskatchewan's State of the Watershed Indicators in Watershed Planning

Heather Davies, Terry Hanley, and Penny Anderson
* Saskatchewan Watershed Authority, 306-964-1555,
heather.davies@swa.ca

Effective watershed management requires a sound understanding of: the health of the watershed; the stressors that have the potential to negatively impact the health of the watershed; and the management decisions that have been and need to be undertaken to reduce the stresses and improve the health of the watershed. To achieve its mandate of protecting and maintaining sustainable source water quantity and quality, the Saskatchewan Watershed Authority is actively involved in watershed and aquifer planning with

WATER RESOURCE MANAGEMENT (WRM)

the product being source water protection plans for land and resource management on a watershed and aquifer basis. In order to provide a sound understanding on the health of watersheds necessary to develop the source water protection plans, the Saskatchewan Watershed Authority applied the framework and indicators outlined in the State of the Watershed Framework (January 2006) and the first State of the Watershed Report (February 2007). The Framework and Report compiled indicators to assess the health of Saskatchewan's 29 watersheds based on the Stress-Condition-Response Model. The purpose of State of the Watershed Reporting is to improve management decision making through the identification of watersheds that have lower health ratings or higher potential stress levels. Together watershed and aquifer planning and State of the Watershed Reporting collect information integral to effective watershed management. This presentation will provide an overview of how the State of the Watershed Reporting is being applied as a modified risk assessment approach to assist in watershed planning.

Le rôle des indicateurs d'état des bassins dans la planification des bassins hydrographiques de la Saskatchewan

Une gestion efficace des bassins hydrographiques nécessite de bien comprendre ce qui suit : la santé du bassin; les stressseurs qui peuvent influencer négativement sur la santé du bassin; les décisions de gestion qui ont déjà été prises et qui doivent être prises pour réduire les sources de stress et améliorer la santé du bassin. Pour réaliser son mandat, c.-à-d. la protection et le maintien de quantités et d'une qualité durables d'eau, la Saskatchewan Watershed Authority participe activement à la planification des bassins hydrographiques et des aquifères en vue de produire des plans de protection de l'eau pour la gestion des terres et des ressources sur la base des bassins hydrographiques et des aquifères. Pour en arriver à une bonne compréhension de la santé des bassins hydrographiques, nécessaire pour élaborer les plans de protection de l'eau, la Saskatchewan

WATER RESOURCE MANAGEMENT (WRM)

Watershed Authority a utilisé les indicateurs décrits dans le cadre State of the Watershed Framework (janvier 2006) et dans le premier rapport State of the Watershed Report (février 2007). Le cadre et le rapport dressaient la liste des indicateurs permettant d'évaluer la santé de 29 bassins hydrographiques de la Saskatchewan en fonction du modèle stress-état-réponse. Le rapport sur l'état des bassins hydrographiques a pour objectif d'améliorer la prise de décisions de gestion grâce à l'identification des bassins comportant des cotes de santé inférieures ou présentant de niveaux de stress élevés. La planification des bassins hydrographiques et des aquifères et le rapport permettent de recueillir de l'information nécessaire pour une gestion efficace des bassins hydrographiques. Notre présentation offrira un aperçu de l'application du rapport en tant qu'approche modifiée d'évaluation des risques pour faciliter la planification des bassins hydrographiques.

Fulfilling Expectations: Can grassroots watershed initiatives live up to the hype? Lower Souris case study

Sheldon Kyle*

* Lower Souris River Watershed, 306-452-3292,
info@lowersourisriverwatershed.com

Local community based watershed initiatives have received much attention as a model for addressing water management problems. The high expectations placed upon this model places a heavy burden on volunteer board members and staff with limited resources. Since 1999 local municipalities, agricultural producers and conservation groups in the Lower Souris Watershed have been actively developing a watershed plan. The guiding principles of the local group are reflected within their mission statement of "balancing the economic, environmental, and social values to sustain and improve the watershed for future generations". Through extensive local consultation, planning and extension

WATER RESOURCE MANAGEMENT (WRM)

the provinces first source water protection plan has been finalized. The group is currently focused upon implementation of the watershed plan. This has included securing over 500K of extension dollars and setting up over \$1.5 million of best management practice projects with close to 200 agricultural producers. Despite this apparent success, obstacles remain to the implementation of the watershed plan. However key ingredients still seem to be local leadership, strong technical support and result oriented actions.

Répondre aux attentes : Les initiatives locales de gestion des bassins hydrographiques sont-elles à la hauteur des attentes? Le cas de la rivière Lower Souris

Les initiatives locales de gestion des bassins hydrographiques à l'échelle des collectivités ont reçu beaucoup d'attention récemment en tant que modèle permettant de régler les problèmes de gestion de l'eau. Les grandes attentes à l'égard de ce modèle placent un lourd fardeau sur les épaules des membres bénévoles des conseils d'administration et d'un personnel aux ressources limitées. Depuis 1999, les municipalités, les agriculteurs et les groupes voués à la conservation dans le bassin hydrographique de la rivière Lower Souris participent activement à l'élaboration d'un plan de gestion du bassin. Les principes directeurs du groupe de gestion local se reflètent dans son énoncé de mission : « mettre en équilibre les valeurs économiques, environnementales et sociales de manière à soutenir et à améliorer le bassin pour les générations futures ». Après des consultations locales soutenues et différentes activités de planification et de sensibilisation, le premier plan de protection des sources d'eau de la province a été achevé. Le groupe est maintenant passé à la phase de mise en œuvre du plan de gestion. Il a ainsi obtenu un budget de prolongation de plus de 500 000 \$ et il gère plus 1,5 million de dollars en projets de mise en œuvre de pratiques de gestion exemplaires regroupant près de 200 agriculteurs. Malgré ce succès apparent, il reste encore des obstacles à la mise en œuvre du plan de gestion

WATER RESOURCE MANAGEMENT (WRM)

du bassin hydrographique. Néanmoins, les principaux ingrédients du succès semblent demeurer le leadership local, un bon soutien technique et des mesures axées sur les résultats.

Defining the Transition from Watershed Planning to Water Management in Saskatchewan.

Brad Ashdown and Collin McGuire

* Saskatchewan Watershed Authority, 306-933-6823,
brad.ashdown@swa.ca

When Do We Cross That Bridge? Watershed planners examine the guiding principles behind Integrated Water Resource Management (IWRM) in response to suggestions (mainly from government agencies) that IWRM may be the best way to achieve effective water management in Saskatchewan. Our best attempts will be made to compare IWRM with Saskatchewan Watershed Authority's Watershed Planning Model in terms of the rationale behind each process and their objectives. Do the principles of water management, developed in an international context, really apply to Saskatchewan's unique circumstance? Given the flexibility in the definition of IWRM, we will also examine whether or not our current watershed planning activities can be considered a component of IWRM. What can we learn from IWRM that will allow us to move successfully from planning to implementation? Traditionally in Saskatchewan, the capacity to perform the day to day administration of resource management has been housed within government agencies. Despite the governments organizational approach to managing renewable resources, there is still the realization that a great number of Saskatchewan residents and businesses are engaged in activities as part of their daily routine that have more direct implications for the potential of certain resources. These separate influences can often result in exploitation of resources that is not economically

WATER RESOURCE MANAGEMENT (WRM)

efficient, environmentally sustainable or socially equitable. Perhaps IWRM can be used as an approach to ensure that all levels of government and stakeholders are working towards a common goal.

Définition de la transition de la planification des bassins hydrographiques à la gestion de l'eau en Saskatchewan

À quel moment faut-il passer de l'une à l'autre? Les planificateurs de bassins hydrographiques examinent les principes directeurs sous-tendant la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE), en réponse à des suggestions (faites principalement par des organismes gouvernementaux) voulant que la GIRE puisse constituer la meilleure façon d'en arriver à une gestion efficace de l'eau en Saskatchewan. Nous tenterons de comparer la GIRE au modèle de planification de la Saskatchewan Watershed Authority, et plus particulièrement les justifications à l'appui de chaque processus et leurs objectifs. Est-ce que les principes de la gestion de l'eau élaborés dans un contexte international s'appliquent réellement au contexte unique de la Saskatchewan? Étant donné la souplesse de la définition de la GIRE, nous tenterons également de déterminer si nos activités actuelles de planification des bassins hydrographiques peuvent être ou non jugées une composante de la GIRE. Que pouvons-nous apprendre de la GIRE qui pourrait nous aider à passer de la planification à la mise en œuvre? Par le passé, en Saskatchewan, la capacité de s'acquitter des tâches quotidiennes liées à la gestion des ressources relevait des organismes gouvernementaux. Malgré l'approche organisationnelle des gouvernements à l'égard de la gestion des ressources renouvelables, il demeure qu'un grand nombre de citoyens et d'entreprises de la Saskatchewan sont engagés, dans le cadre de leurs activités quotidiennes, dans des activités qui ont des conséquences plus directes pour le potentiel de certaines ressources. Ces influences distinctes peuvent souvent se traduire par une exploitation des ressources qui n'est ni efficiente sur plan économique, ni respectueuse de l'environnement, ni équitable sur le plan social. Peut-être

WATER RESOURCE MANAGEMENT (WRM)

pourrait-on utiliser la GIRE en tant qu'approche permettant de s'assurer que tous les ordres de gouvernement et tous les intervenants collaborent vers l'atteinte d'un but commun.

Dam Safety Management of PFRA Water Infrastructure

Garth I. Haack*

* Dam Safety Unit, Agriculture and Agri-Food Canada –
PFRA, 306-780-6656, haackg@agr.gc.ca

The Prairie Farm Rehabilitation Administration (PFRA), on behalf of the Government of Canada Agriculture and Agri-Food (AAFC) operates and maintains a network of 33 earth dams, several diversion works and the water distribution infrastructure for five gravity irrigation projects in southern Saskatchewan. These works were constructed between about 1936 and 1960 primarily for irrigation. Today these works also have municipal water supply, recreation, fish and wildlife and some flood protection benefits. These works are operated to provide agricultural producers and rural communities with secure water supplies and safe infrastructure, in an atmosphere of climate change and drought. PFRA originally established a Dam Safety Program in 1980 to deal with various dam safety issues. PFRA met many of the deliverables set by that program and the overall safety of PFRA Dams was improved by the program. However, advancements in the practice of Dam Safety in Canada have occurred since 1980 include Dam Safety Guidelines published by the Canadian Dam Association. In addition, regulatory, public and industry expectations with respect to dam and public safety has increased in light of events such as the Hurricane Katrina on the USA Gulf Coast (2005) or the Saquenay Floods in eastern Quebec (July 1996). PFRA recently completed a review of its Dam Safety Management Practices as a first step in the renewal and rejuvenation of PFRA's Dam Safety Activities associated with this infrastructure. The presentation will provide an overview

WATER RESOURCE MANAGEMENT (WRM)

of the infrastructure operated by PFRA, discuss some of PFRA's major challenges with respect to Dam Safety Management, and indicate some of the key recommendations of the review to enhance PFRA's Dam Safety Management.

Gestion de la sécurité des barrages intégrés à l'infrastructure d'approvisionnement en eau de l'ARAP

L'Administration du rétablissement agricole des Prairies (ARAP), au nom du ministère de l'Agriculture et de l'Agroalimentaire (AAC) du gouvernement du Canada, exploite et entretient un réseau de 33 barrages en terre, plusieurs ouvrages de dérivation ainsi que l'infrastructure de distribution d'eau desservant cinq projets d'irrigation par gravité dans le Sud de la Saskatchewan. Ces ouvrages ont été construits entre 1936 et 1960 principalement à des fins d'irrigation. À l'heure actuelle, ils présentent aussi certains avantages en matière d'approvisionnement en eau des municipalités, de loisirs, de pêche et de faune aquatique et terrestre et, dans une certaine mesure, de lutte contre les inondations. Ces ouvrages sont exploités en vue de fournir aux producteurs agricoles et aux collectivités rurales des approvisionnements en eau et une infrastructure sûrs, dans un contexte de changements climatiques et de sécheresses. L'ARAP avait initialement mis en place un Programme de sécurité de barrage, en 1980, afin de corriger différents problèmes liés à la sécurité des barrages. L'ARAP a livré une bonne partie des produits livrables stipulés par le programme, et la sécurité globale des barrages placés sous la responsabilité de l'ARAP a été accrue. Néanmoins, différents progrès ont été réalisés en matière de sécurité des barrages au Canada depuis 1980, et des lignes directrices en la matière ont été publiées par l'Association canadienne des barrages. De plus, les attentes des autorités de réglementation, du grand public et de l'industrie en matière de barrages et de sécurité publique se sont accrues à la lumière d'événements, tels que l'ouragan Katrina sur la côte américaine du golfe du Mexique (2005) ou l'inondation du Saguenay dans l'Est du Québec (juillet 1996). L'ARAP a

WATER RESOURCE MANAGEMENT (WRM)

mené récemment un examen de ses pratiques de gestion de la sécurité des barrages, à titre de première étape vers le renouvellement et le rajeunissement de ses activités d'assurance de la sécurité des barrages liées à cette infrastructure. Le présent article offre un aperçu de l'infrastructure exploitée par l'ARAP, présente certains des défis importants que devra relever l'ARAP en matière de gestion de la sécurité des barrages et explique certaines des recommandations clés de l'examen qui visent à améliorer les processus de gestion de la sécurité des barrages de l'ARAP.

POSTERS

PAH sediment studies in Lake Athabasca and the Athabasca River ecosystem and the Mackenzie River ecosystem related to natural hydrocarbon sources and development – Poster Presentation

Marlene S. Evans*, Martin Davis, Dirk DeBoer, Doug Halliwell, W. Lyle Lockhart, and Khawaja F. Ali
* Environment Canada, 306-975-5310,
marlene.evans@ec.gc.ca

The Mackenzie River Basin is rich in hydrocarbon reserves with the mining activity particularly intense at the oil sands operations in the Fort McMurray area, in northern Alberta, and with the proposed expansion of gas extraction in the Beaufort Sea, Mackenzie River delta and surrounding area. As a consequence of such activities, there is much interest in presence of hydrocarbons such as polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the environment and in their sources. Here we report on environmental research and monitoring studies designed to assess hydrocarbon sources and composition in depositional basins such as the Mackenzie River delta, Great Slave Lake, Lake Athabasca, and the Peace-Athabasca delta, and in flowing waters such as the Mackenzie and Athabasca Rivers and their major tributaries. Natural hydrocarbon sources are numerous in these watersheds. Consequently, compounds of petrogenic origin dominant in tributary and downstream sediments although combustion sources also are of some importance. Highest PAH concentrations are associated with fine-grained sediments in the tributaries and in downstream depositional areas. There are subtle differences in PAH composition in the three major depositional basins that reflect differences in sources and transportation distances. There is limited evidence of temporal trends of PAH increase in sediment cores collected in Lake Athabasca, the Peace-Athabasca delta lakes, and Great Slave Lake. Concentrations of some low molecular weight PAHs exceed interim sediment quality guidelines.

POSTERS

Études des HAP présents dans les sédiments dans l'écosystème du lac et de la rivière Athabasca et l'écosystème du fleuve Mackenzie, en fonction des sources naturelles d'hydrocarbures et de leur mise en valeur

Présentation par affiche

Le bassin du fleuve Mackenzie comporte de nombreuses réserves d'hydrocarbures, et les activités minières sont particulièrement intenses aux exploitations de sables bitumineux de la région de Fort McMurray et du Nord de l'Alberta, et gagneront encore en intensité avec le projet d'extraction accrue de gaz dans la mer de Beaufort, le delta du Mackenzie et la région environnante. Étant donné ces activités, on s'intéresse vivement à la présence d'hydrocarbures tels que les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans l'environnement et à leurs sources. Nous rendons compte ici des études de recherche et de surveillance environnementales qui visent à évaluer les sources et la composition des hydrocarbures dans les bassins sédimentaires tels que le delta du Mackenzie, le Grand lac des Esclaves, le lac Athabasca et le delta Paix-Athabasca, ainsi que dans les cours d'eau, comme le fleuve Mackenzie, la rivière Athabasca et leurs principaux affluents. Ces bassins comptent de nombreuses sources naturelles d'hydrocarbures. Par conséquent, les composés d'origine pétrogénétique abondent dans les sédiments des affluents et des secteurs en aval, bien que la combustion représente une source assez importante. Les concentrations les plus élevées d'HAP sont associées aux sédiments fins dans les zones d'accumulation des affluents et des secteurs en aval. On constate de légères différences dans la composition des HAP présents dans les trois principaux bassins sédimentaires, qui correspondent aux différences dans les sources et les distances de transport. Il y a peu de preuves de tendances temporelles de l'accroissement des HAP dans les carottes de sédiments prélevées dans le lac Athabasca, les lacs du delta Paix-Athabasca et le Grand lac des Esclaves. Les concentrations de certains HAP de faible poids moléculaire dépassent les limites indiquées dans les recommandations provisoires sur la qualité des sédiments.

POSTERS

Spatial, Historical and Seasonal Distribution and Abundance of Physical Fish Habitat, Fraser River, British Columbia Poster Presentation

Ashley Horne-Perkins*

* University of British Columbia-Geography,
ahorne@interchange.ubc.ca

The quantity and quality of physical habitat for fish is dynamic in both time and space. Characterization through habitat classification leads to a better understanding of the limiting factors affecting the distribution and abundance of fish species, and of aquatic community potential in general. Many stream habitat classification systems exist, yet none is universally applicable to all streams, and few address the issue of stream size. Habitat classifications in small streams typically identify habitat units based on geomorphic units. However, in large rivers such units scale up in size so that a single geomorphic feature may consist of multiple habitat units, resulting in increased habitat complexity. This study addresses the effects of space and time on juvenile fish habitat in the gravel-bed reach of Fraser River, British Columbia. The specific objectives are to quantify the spatial distribution and abundance of physical habitat at the reach scale (32 km) and the temporal variability at a limited number of gravel bars, both over many decades and at various stages of the hydrograph. Vertical and oblique angle air photograph interpretation and geographic information systems are used to classify habitat units along gravel bar margins according to the large river habitat classification system developed by Church et al. (2000). Habitat unit lengths and counts are compared. Results show variations in habitat distribution and abundance with transitioning gradient and substrate texture along the river, and through time in both long-term and seasonal time scales. Stage-related short

POSTERS

term change is critical because many habitat units become drowned at high flows and total available habitat becomes limited. The documentation of spatial, historical and seasonal patterns of fish use around Fraser River gravel bars is valuable for fisheries management applications and can be used for prediction of future fish use as the river channel continues to change.

Reference: Church, M., L. Rempel, and S. Rice. 2000. Morphological and Habitat Classification of the Lower Fraser River Gravel-Bed Reach.

Department of Geography, University of British Columbia.

http://www.geog.ubc.ca/fraserriver/reports/DFO_report.pdf

Répartition spatiale, historique et saisonnière et abondance des habitats physiques du poisson, fleuve Fraser (Colombie-Britannique) Présentation par affiches

La quantité et la qualité des habitats physiques du poisson évoluent en fonction du temps et de l'espace. La caractérisation au moyen de la classification des habitats permet de mieux comprendre les facteurs limitants ayant une incidence sur la répartition et l'abondance des espèces de poissons, ainsi que le potentiel de la communauté aquatique en général. Il existe de nombreux systèmes de classification des habitats de cours d'eau, mais aucun n'est universellement applicable à tous les cours d'eau, et peu d'entre eux traitent de la question de la taille des cours d'eau. En ce qui concerne les petits cours d'eau, les classifications déterminent habituellement des unités d'habitat en fonction des unités géomorphologiques. Toutefois, pour ce qui est des cours d'eau plus importants, la taille de telles unités augmente dans une proportion déterminée, de sorte qu'une seule caractéristique géomorphologique peut englober de multiples unités d'habitat, ce qui accroît la complexité de ces habitats. Cette étude traite des effets de l'espace et du temps sur l'habitat des alevins dans un tronçon de gravières du fleuve Fraser, en Colombie-Britannique. Elle vise plus particulièrement à

POSTERS

quantifier la distribution spatiale et l'abondance des habitats physiques à l'échelle du tronçon (32 km) et la variabilité temporelle à un nombre limité de bancs de gravier, à la fois sur de nombreuses décennies et à divers niveaux de l'hydrogramme. On utilise l'interprétation des photographies aériennes obliques et verticales et les systèmes d'information géographique pour classer les unités d'habitat le long des limites des bancs de gravier, conformément au système de classification des habitats des grands cours d'eau, élaboré par Church et autres (2000). La longueur et le dénombrement des unités d'habitat sont comparés. Les résultats montrent des variations dans la distribution et l'abondance des habitats en fonction du gradient de transition et de la texture du substrat le long du fleuve, ainsi qu'en fonction du temps, à la fois à long terme et à l'échelle saisonnière. Le changement à court terme lié au niveau s'avère crucial, car beaucoup d'unités d'habitat sont inondées lorsque les débits sont élevés et le nombre total d'habitats devient restreint. La documentation sur l'utilisation des habitats par les poissons en fonction de l'espace, du temps et des saisons, autour des bancs de gravier du fleuve Fraser, s'avère utile pour les applications de gestion des pêches, et elle peut servir à prédire l'utilisation des habitats par les poissons à mesure que change le chenal du fleuve.

Distribution of Microbial Indicators in a Stormwater Pond Poster Presentation

Jianxun He*, Caterina Valeo, Norman F. Neumann, and Angus Chu

* Schulich School of Engineering, University of Calgary, 403-220-8785, jjah@ucalgary.ca

The City of Calgary has initiated a string of field campaigns in the Inverness Stormwater Pond located in southeast Calgary as part of a research project devoted to determining

POSTERS

the feasibility of stormwater reuse. One of the key issues in this project is the microbiological quality of stormwater due to the highly adverse effects on public health. In this study, weekly water quality sampling was conducted in the surface layer by taking grab samples from six sites around the pond during the 2004, 2005 and 2006 irrigation seasons. In addition, autosampling was conducted on the irrigation water drawn from an intake pipe located 1.5 m below the permanent water level of the pond. Based on these measurements, it was found that concentrations of microbial indicators are generally homogeneously distributed among all grab sites, even though stormwater inlets are irregularly distributed in this pond that has a surface area of 75,000 m² at permanent water level. Moreover, similar magnitudes of microbial concentrations were observed between auto samples and grab samples. On the other hand, pond water temperatures measured at different depths during the 2006 irrigation season demonstrated that a clear diurnal stratification existed in the pond. The alternation between mixed and stratified hydrodynamic patterns was shown to influence the distribution of microbes in the pond. The authors note that fluid flow patterns are strongly affected by weather conditions and the results suggest that care should be taken when choosing sampling locations (both vertically and horizontally) that monitor water quality for irrigation purposes from stormwater ponds, particularly when considering climatological conditions that can affect pond dynamics and in shallow ponds.

Répartition des indicateurs bactériens dans un bassin de retenue des eaux pluviales Présentation par affiches

Dans le cadre d'un projet de recherche visant à déterminer la faisabilité de la réutilisation des eaux pluviales, la Ville de Calgary a entrepris une série de campagnes sur le terrain au bassin de retenue des eaux pluviales d'Inverness, situé au sud-est de la ville. L'un des principaux éléments de ce projet a trait à la qualité microbiologique des eaux pluviales, étant donné les effets hautement indésirables sur la santé

POSTERS

publique. Dans le cadre de cette étude, on a procédé chaque semaine à l'échantillonnage de la qualité de l'eau sur la couche de surface en prélevant des échantillons instantanés à six sites autour du bassin, lors des saisons d'irrigation 2004, 2005 et 2006. En outre, un échantillonnage automatique de l'eau d'irrigation a été effectué à partir d'un tuyau d'entrée d'eau situé à 1,5 m sous le niveau d'eau permanent du bassin. En se fondant sur ces mesures, on a constaté que les concentrations d'indicateurs bactériens sont généralement réparties de façon homogène dans les sites où ont été prélevés les échantillons instantanés, même si les prises d'eaux pluviales sont réparties irrégulièrement dans le bassin, qui a une superficie de 75 000 m² au niveau d'eau permanent. Par ailleurs, on a observé des concentrations de bactéries d'importance similaire dans les échantillons prélevés de façon automatique et les échantillons instantanés. En revanche, les températures de l'eau mesurées à différentes profondeurs durant la saison d'irrigation 2006 ont révélé l'existence d'une stratification diurne évidente dans le bassin. De plus, on a constaté que l'alternance des modèles hydrodynamiques mixtes et stratifiés influait sur la répartition des bactéries dans le bassin. Les auteurs notent que ces modèles de circulation des fluides sont grandement influencés par les conditions climatiques et que les résultats donnent à penser qu'il faut choisir avec soin les sites d'échantillonnage (tant verticaux qu'horizontaux) servant à surveiller la qualité de l'eau du bassin utilisée à des fins d'irrigation, compte tenu tout particulièrement des conditions climatiques pouvant avoir une incidence sur la circulation des fluides dans les bassins, y compris les bassins peu profonds.

Nitrogen stable isotopes and benthic macro-invertebrate communities: The sampling combination for source and consequence in watershed management
Poster Presentation

POSTERS

Iain D. Phillips*, Glen McMaster, and Peter R. Leavitt

* Saskatchewan Watershed Authority, 933-7474,

iainphillips@swa.ca

The ability to identify ultimate sources of the nutrients that lead to eutrophication, and general fouling of surface water quality, is of foremost interest to restore or create healthier aquatic ecosystems. Furthermore, bio-criteria adapted to evaluate the consequences nutrient contributions have for water-quality is a valuable tool for the management of surface water quality. Here we combine stable isotope analysis of the primary consumer trophic level and traditional benthic macro-invertebrate bio-assessment for use in water quality management. This novel approach integrates nitrogen isotope enrichment, to identify nutrient source on a watershed scale, with benthic macro-invertebrate indices to establish what the consequences are of those nutrients on the aquatic ecosystem of interest. During the summer and fall of 2006 we sampled the QuAppelle River and Wascana River watersheds of southern Saskatchewan, Canada, to identify the relative nitrogen contributions of urban, cultivation or livestock land-uses to the watershed and the effect these uses have on water quality. We found that an urban waste-water treatment plant in the watershed dominates the nitrogen inputs to the ecosystem, and affects the ecosystem health as evaluated with benthic macro-invertebrates. We suggest management activities that will alleviate the impact the waste-water treatment plant has on the benthic macro-invertebrate community, and recommend methods of incorporating this new technique into existing bio-monitoring programs.

**Isotopes stables d'azote et communautés de macro-invertébrés benthiques : combinaison de l'échantillonnage pour déterminer les sources, et répercussions sur la gestion des bassins hydrologiques
Présentation par affiches**

La capacité de déterminer les principales sources de nutriments qui provoquent l'eutrophisation et l'encrassement

POSTERS

général des eaux de surface revêt une importance de premier plan pour ce qui est de restaurer la salubrité des écosystèmes aquatiques ou de créer des écosystèmes plus salubres. En outre, les critères biologiques adaptés pour évaluer les répercussions des apports de nutriments sur la qualité de l'eau constituent des outils utiles en ce qui concerne la gestion de la qualité des eaux de surface. Nous combinons ici l'analyse des isotopes stables du niveau trophique « consommateur » primaire et l'évaluation biologique traditionnelle des macro-invertébrés benthiques aux fins de la gestion de la qualité de l'eau. Cette nouvelle approche combine l'enrichissement des isotopes d'azote, pour déterminer la source des nutriments à l'échelle d'un bassin hydrologique, et les indices de la présence de macro-invertébrés benthiques afin d'établir les conséquences qu'ont ces nutriments sur l'écosystème aquatique étudié. Pendant l'été et l'automne de 2006, nous avons prélevé des échantillons dans les bassins hydrologiques des rivières Qu'Appelle et Wascana, dans le sud de la Saskatchewan, afin de déterminer les apports relatifs d'azote dans les bassins provenant de l'utilisation des terres à des fins urbaines, de culture ou d'élevage et d'évaluer les effets de ces types d'utilisation sur la qualité de l'eau. À partir des données sur les macro-invertébrés benthiques, nous avons constaté qu'une usine de traitement des eaux usées urbaines située en bordure d'un bassin était la principale responsable de l'apport d'azote dans l'écosystème et qu'elle avait un effet sur la salubrité de l'écosystème. Nous suggérons des activités de gestion qui atténueront l'impact de cette usine sur la communauté de macro-invertébrés benthiques et recommandons des méthodes visant à intégrer cette nouvelle technique aux programmes existants de surveillance biologique.

**Post-Flood Monitoring of Aquatic Vegetation in the Bow
River, Alberta, Canada
Poster Presentation**

POSTERS

K. Robinson*, M. Iwanyshyn, C. Valeo, C. Ryan, and A. Chu
* Schulich School of Engineering, University of Calgary, 403-220-8785, klrobins@ucalgary.ca

In June 2005, a flood event redistributed nutrient stores and scoured plant and algae populations in the Bow River, Alberta, Canada. Post-flood vegetation densities and nutrient concentrations have been monitored during the 2006 growth period in the Bow River to determine the patterns of vegetation regeneration and the effects of photosynthesis and respiration on dissolved oxygen (DO). Downstream of the two wastewater treatment plants (WWTPs) and subsequent to nearly complete mixing, macrophyte regrowth was observed, however, the density levels were significantly lower than those observed pre-flood at all but one sampling site. Periphyton chlorophyll-a was used to represent benthic algae biomass and was found to be higher than normal (1990-1996) during the peak growth months of July and August. The magnitude of DO fluctuations remained similar to pre-flood levels where the DO concentration went as low as 3.89 mg/L and as high as 14.84 mg/L within a 24 hour period. Differences in limiting nutrients between the two vegetation types were also observed where macrophytes were exclusively phosphorus limited and the majority of periphyton were nitrogen limited. The field data collected provides a rarely published record of the recovery of a river ecosystem following a significant flood event. The in-situ data obtained has provided the City of Calgary with a baseline against which to compare the effects of wastewater treatment options on the growth of vegetation in the river as a result of the monitoring program undertaken following the 2005 flood. This data has also been used to validate the modified Bow River Water Quality Model used by the City of Calgary for planning wastewater treatment processes.

**Surveillance de la végétation aquatique dans la rivière
Bow à la suite d'une inondation, Alberta
Présentation par affiches**

POSTERS

En juin 2005, une inondation a provoqué une redistribution des réserves de nutriments et des populations de plantes et d'algues déplacées dans la rivière Bow en Alberta. On a surveillé les densités de végétation et les concentrations de nutriments après l'inondation, durant la période de croissance de 2006, afin de déterminer les profils de régénération de la végétation et les effets de la photosynthèse et de la respiration sur l'oxygène dissous (OD). En aval des deux usines de traitement des eaux usées et après un mélange presque complet, on a observé une régénération des macrophytes; toutefois, à tous les sites d'échantillonnage sauf un, les niveaux de densités étaient considérablement moins élevés que ceux constatés avant l'inondation. On a utilisé la chlorophylle *a* du périphyton pour représenter la biomasse des algues benthiques, et on a observé un niveau plus élevé qu'à l'habitude (1990-1996) durant le pic de croissance en juillet et août. L'ampleur des fluctuations de l'OD est demeurée similaire aux niveaux observés avant l'inondation, alors que, dans une période de 24 heures, la concentration d'OD est descendue aussi bas que 3,89 mg/L et est montée aussi haut que 14,84 mg/L. On a également observé des différences concernant les nutriments limitants entre les deux types de végétation, la croissance des macrophytes étant limitée exclusivement par pénurie de phosphore et celle de la majorité des périphytons étant limitée par pénurie d'azote. Les données de terrain recueillies ont permis de produire un dossier comme il s'en est rarement publié sur la régénération de l'écosystème d'une rivière après une inondation importante. Les données obtenues sur place ont fourni à la Ville de Calgary une base de référence avec laquelle elle peut comparer les effets des options en matière de traitement des eaux usées sur la croissance de la végétation dans la rivière, grâce au programme de surveillance entrepris après l'inondation de 2005. On a également utilisé ces données pour valider le modèle modifié de qualité de l'eau de la rivière Bow dont se sert la Ville de Calgary pour planifier les processus de traitement des eaux usées.

POSTERS

A preliminary assessment of factors controlling the distributions of aquatic insects in tributaries of the Mackenzie River Poster Presentation

Ryan W. Scott*, Marlene S. Evans, David R. Barton, Bruce Kilgour, and Jonathan Keating

* University of Waterloo-Biology, 519-888-4567 ext 33227, rwscott@sciborg.uwaterloo.ca

Despite increasing concern over climatic changes and interest in development of arctic oil and gas reserves, detailed studies of the invertebrate fauna of northern regions have been few, and the ecology of aquatic habitats remains poorly understood. In August 2005, we collected kick-net samples of the benthic macroinvertebrate fauna from 6 tributaries along the Mackenzie River in the vicinity of Norman Wells, Northwest Territories. Sampling sites were chosen to bracket (upstream and downstream) the projected route of the Mackenzie Valley Pipeline and the existing winter road. Benthos were also sampled in the Mackenzie River and at several river mouths. Another 12 tributaries were sampled in August 2006 in the Inuvik area. Larvae of Ephemeroptera, Trichoptera and Plecoptera were important contributors to the total fauna in most samples. Here we compare genera and species data collected in 2005 and 2006 with the results of other studies within the Mackenzie drainage system to illustrate how the current distribution of these important insect Orders is determined by latitude, winter ice cover and channel morphology.

Évaluation préliminaire des facteurs régissant la répartition des insectes aquatiques dans les affluents du fleuve Mackenzie Présentation par affiches

Malgré la préoccupation grandissante à l'égard du changement climatique et l'intérêt croissant concernant

POSTERS

l'exploitation des réserves de pétrole et de gaz dans les régions arctiques, peu d'études détaillées portant sur la faune des invertébrés des régions nordiques ont été réalisées, et l'écologie des habitats aquatiques demeure mal comprise. En août 2005, au moyen de filets troubleaux, nous avons prélevé des échantillons de macro-invertébrés benthiques dans six affluents du fleuve Mackenzie, dans la région de Norman Wells des Territoires du Nord-Ouest. Les sites d'échantillonnage ont été choisis de manière à englober (en amont et en aval) le tracé projeté du pipeline de la vallée du Mackenzie et la route existante praticable l'hiver. Des échantillons de benthos ont aussi été prélevés dans le fleuve Mackenzie et dans plusieurs de ses embouchures. Douze autres affluents ont été échantillonnés en août 2006 dans la région d'Inuvik. Les larves d'éphéméroptères, de trichoptères et de plécoptères constituaient une part importante de la faune totale dans la plupart des échantillons. Nous comparons ici les données sur les genres et les espèces recueillies en 2005 et 2006 avec les résultats d'autres études effectuées dans le réseau hydrographique du fleuve Mackenzie, pour montrer comment la répartition actuelle de ces importants ordres d'insectes est déterminée par la latitude, la couverture de glace en saison hivernale et la morphologie des chenaux.

The Soft Path for Water in a Nutshell Poster Presentation

Oliver M Brandes*, and David B Brooks

* University of Victoria - The POLIS Project, 250-721-8193,
omb@uvic.ca

Many Canadians believe that our fresh water resources are boundless. The truth is that only a small proportion of our water is renewable and located close to where most Canadians live. Continuing to take more and more water from nature while ignoring wasteful use at farms, factories

POSTERS

and households will likely lead us to an arid future of our own making. The best way to secure the future for fresh water is to develop a plan that draws all new water from better use of existing supplies (efficiency) and to change habits, attitudes and economic structures (conservation). This poster presentation will outline a new approach to water planning that has the potential to begin developing water sustainability in Canada. Soft path planning for fresh water management differs fundamentally from conventional, supply focussed water planning. It starts by changing the conception of water demand. Instead viewing water as an end product, the soft path views water as the means to accomplish certain tasks, such as sanitation or agricultural production. Soft path planning allows us to unleash the full potential of demand management strategies. It is an innovative planning approach that explores the changes that are needed today to move water management and policies onto a sustainable path for long-term ecological and social prosperity.

La voie douce de l'eau en bref Présentation par affiche

De nombreux Canadiens croient que nos ressources en eau douce sont illimitées. En réalité, seule une faible proportion de notre eau est renouvelable et se trouve à proximité de l'endroit où vivent la majorité des Canadiens. Si nous continuons à puiser de plus en plus d'eau dans la nature sans tenir compte des quantités excessives utilisées dans les exploitations agricoles, les usines et les résidences, nous aurons vraisemblablement, dans un avenir plus ou moins rapproché, des problèmes d'approvisionnement en eau que nous aurions pu éviter. La meilleure façon d'assurer la durabilité des ressources en eau douce consiste à élaborer un plan dans lequel toutes les nouvelles sources d'eau proviendraient d'une meilleure utilisation des sources d'approvisionnement existantes (efficacité), et à changer les habitudes, les attitudes et les structures économiques (conservation). La présentation par affiche décrira brièvement une nouvelle approche en matière de planification de la gestion de l'eau qui pourrait marquer le

POSTERS

début de la gestion durable des ressources hydriques au Canada. La voie douce pour la gestion de l'eau douce diffère fondamentalement de l'approche conventionnelle de gestion de l'eau axée sur la demande. Elle amorce une modification de la conception de la demande en eau. Dans le cadre de la voie douce, l'eau n'est plus considérée comme un produit final, mais plutôt comme un moyen d'accomplir certaines tâches, telles que l'assainissement ou la production agricole. L'approche de la voie douce nous permet de profiter pleinement des stratégies de gestion de la demande. Il s'agit d'une approche de planification innovatrice qui explore les changements à apporter dès aujourd'hui pour engager la gestion de l'eau et les politiques sur une voie durable de prospérité sociale et écologique à long terme.

Integrating Land and Water Stewardship and Source Water Protection in Ontario: Challenges and Opportunities Poster Presentation

Cecilia Ferreyra* and Reid Kreutzwiser

* Guelph Water Management Group, Department of
Geography, University of Guelph, 519-8244120 ext. 58113,
mferreyr@uoguelph.ca

Watershed management is broadly defined as the process of managing human activities within watershed boundaries to protect water and related land resources for present and future generations. In Ontario, watershed management has been undertaken largely by conservation authorities (CAs), and typically includes incorporating watershed-relevant policies in municipal planning, promoting land and water stewardship, and advocating a watershed approach among stakeholders and the general public. It is important to note that many land and water stewardship programs, led by organizations from different levels of government as well as NGOs, are not carried out as part of a watershed management approach per se. Nevertheless, these

POSTERS

initiatives make an important contribution to achieving the goals of watershed management, as well as developing critical social capital for stewardship and conservation. The source water protection (SWP) process advanced by the Clean Water Act represents a new major watershed-based initiative for Ontario. Although the main concern is protecting drinking water sources for human health purposes, its specific requirements for developing watershed plans will influence current and future watershed management activities. It is not clear, however, how SWP will be integrated with existing land and water stewardship initiatives, in which CAs, other government agencies, NGOs, landowners and other stakeholders have invested substantial time, resources, and effort. In this paper, we draw from the valuable insights provided by key informants from 20 organizations to explore challenges and opportunities posed by the integration of SWP and existing stewardship initiatives across Ontario. Among the key issues identified are targeting stewardship efforts to maximize shared water quality outcomes, maintaining confidentiality of information, and developing an appropriate one window approach for water quality protection. This critical exploration is offered as a contribution to an integrated management approach to SWP that can potentially achieve broader societal benefits, avoiding conflict and program duplication.

Intégration des activités de gérance des terres et des eaux et de protection des sources d'eau en Ontario : Défis et possibilités Présentation par affiche

De façon générale, on définit la gestion des bassins hydrographiques comme le processus de gestion des activités humaines dans les limites d'un bassin hydrologique spécifique en vue de protéger les ressources hydriques et les terres connexes pour les générations actuelles et futures. En Ontario, la gestion des bassins hydrographiques relève principalement des offices de protection de la nature (OPN) et vise, en règle générale, à intégrer les politiques relatives aux bassins hydrographiques aux activités de planification

