

 <p>UNIVERSITÉ JOSEPH FOURIER 1300 Avenue Centrale 38000 Grenoble</p> <p>Diffusion des Savoirs</p>   <p>L. Charlet</p> <p>Eau: Ressource & Qualité</p> <p>COURS 2: Ville contre agriculture</p> <p>1</p>	<div data-bbox="491 365 1238 517" style="background-color: #e6f2ff; padding: 10px; text-align: center;"> <h2 style="margin: 0;">Diffusion des Savoirs</h2> </div> <div data-bbox="491 562 1238 801" style="background-color: #e6f2ff; padding: 10px; text-align: center;"> <h2 style="margin: 0;">2. (Méga)Ville et campagne: Compétitions pour la ressource</h2> </div> <div data-bbox="620 824 1117 1010" style="text-align: center;"> <p>Laurent Charlet Institut des Sciences de la Terre Bureau 2120 Maison des Géosciences Tel: 04.76.63.52.52 et 06.75.87.82.66 Charlet38@gmail.com</p> </div>
---	---

 <p>UNIVERSITÉ JOSEPH FOURIER 1300 Avenue Centrale 38000 Grenoble</p> <p>Diffusion des Savoirs</p>   <p>L. Charlet</p> <p>Eau: Ressource & Qualité</p> <p>COURS 2: Ville contre agriculture</p> <p>2</p>	<div data-bbox="443 1202 1267 1267" style="background-color: #e6f2ff; padding: 5px;"> <h2 style="margin: 0;">Le phénomène urbain</h2> </div> <div data-bbox="469 1323 746 1350" style="margin-top: 10px;"> <h3 style="margin: 0;">Ville et ressource en eau</h3> </div> <div data-bbox="520 1357 1257 1727"> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Depuis 2010 plus de la moitié de la population mondiale réside en ville ❖ En France 70% de l'eau potable vient de l'eau souterraine ❖ Les structures urbaines doivent devenir plus: <ul style="list-style-type: none"> ▪ fiables ▪ résilientes (= adaptables en cas de stress) ▪ durables <p style="margin-left: 40px;">par la planification de l'ensemble du cycle de l'eau comprenant:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ l'eau potable ▪ l'eau industrielle ▪ L'eau usée ▪ l'eau réutilisée </div> <div data-bbox="520 1733 1275 1883" style="margin-top: 10px;"> <p>L'eau doit être disponible pendant les sécheresse (voir Las Vegas) et les inondations doivent être contrôlées.</p> <p>L'eau usée n'est pas un déchet mais une ressource de laquelle les villes doivent extraire des éléments nutritifs (voir Pékin), de l'énergie, et de l'eau.</p> </div>
---	---



UNIVERSITÉ JOSEPH FOURIER

Diffusion des Savoirs



Observatoire des Sciences de l'Urbanisme de Grenoble



Les usages de l'eau

En %	Domestique/ Commercial	Industriel	Thermo- électrique	Agriculture
<i>États-Unis :</i>				
Prélèvements	12,2 %	8,2 %	38,7 %	40,9 %
Consommation	8 %	4,1 %	3,3 %	84,6 %
<i>France :</i>				
Prélèvements	15 %	10 %	62,5 %	12,5 %
Consommation	24 %	5 %	3 %	68 %

L. Charlet

Eau:
Ressource &
Qualité

COURS 2:
Ville contre
agriculture

3



UNIVERSITÉ JOSEPH FOURIER

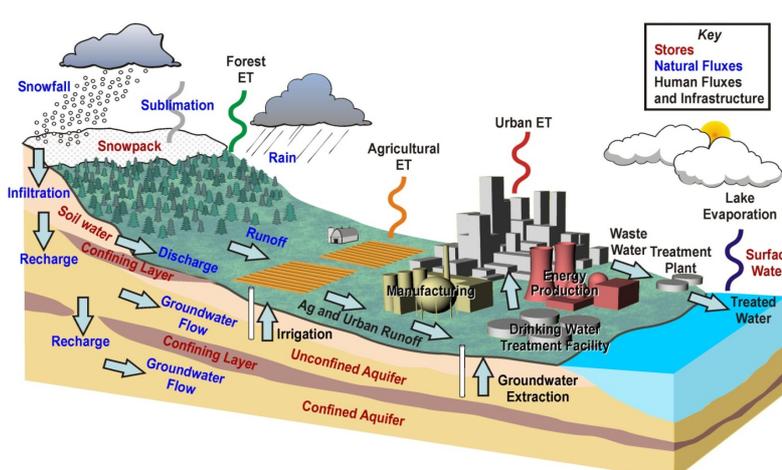
Diffusion des Savoirs



Observatoire des Sciences de l'Urbanisme de Grenoble



Le nouvel « écosystème »: l'urbain



L. Charlet

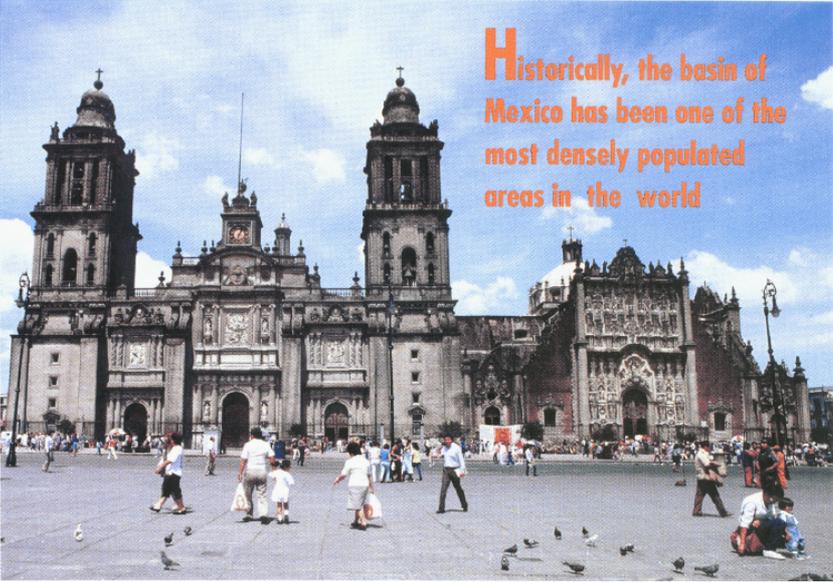
Eau:
Ressource &
Qualité

COURS 2:
Ville contre
agriculture

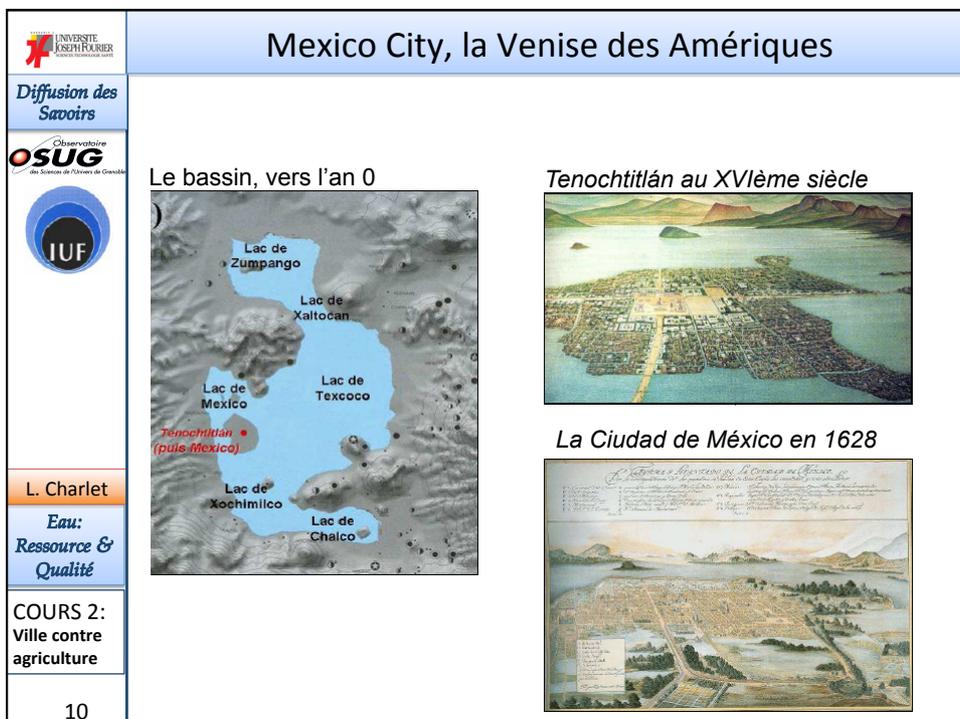
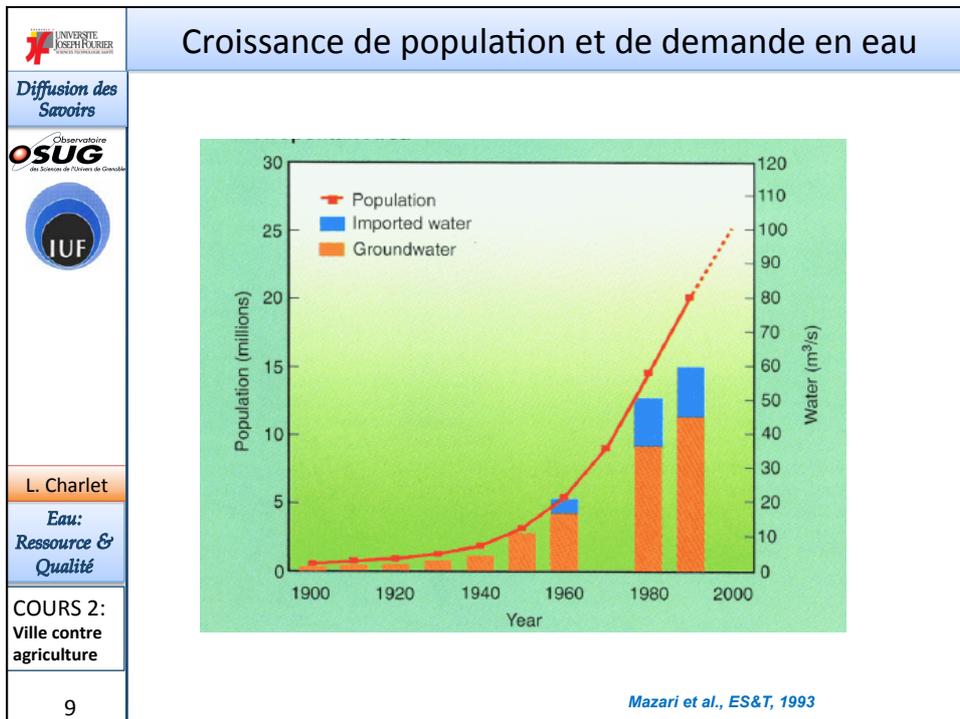
4

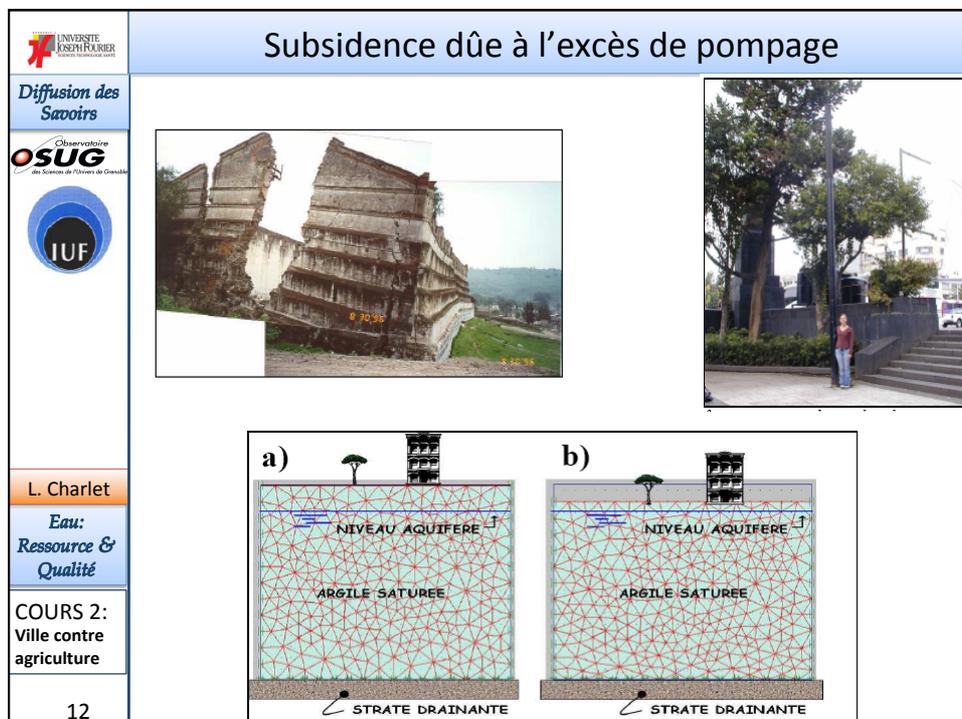
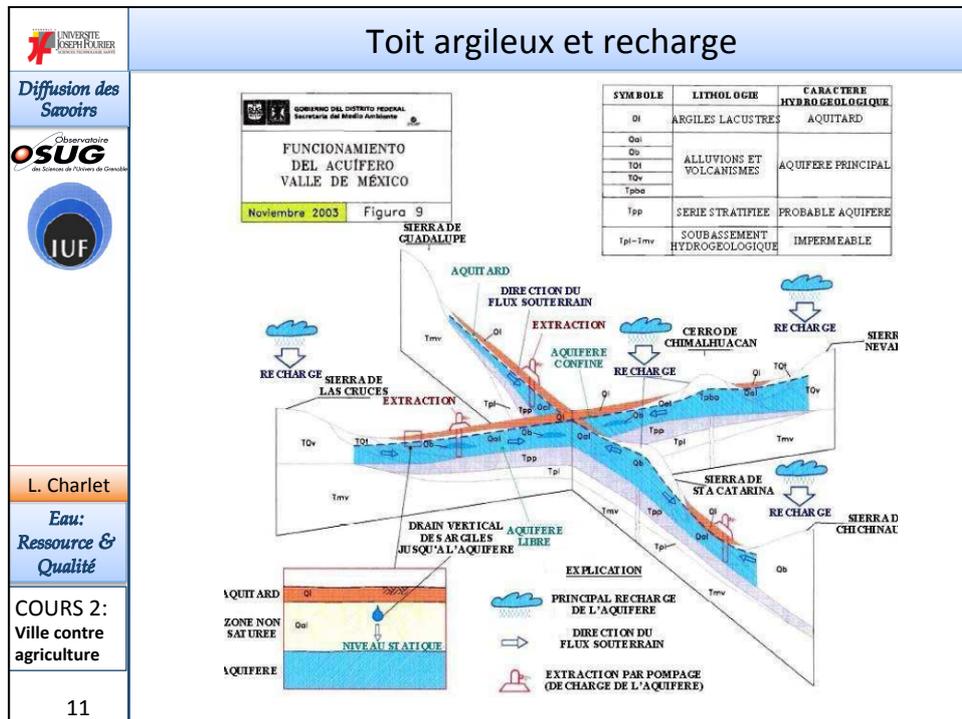
 <p>UNIVERSITÉ JOSEPH FOURIER</p> <p>Diffusion des Savoirs</p> <p>OSUG</p> <p>IUF</p> <p>L. Charlet</p> <p>Eau: Ressource & Qualité</p> <p>COURS 2: Ville contre agriculture</p> <p>5</p>	<h2 style="text-align: center;">Couplage eau-énergie</h2> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>Need more energy to get clean water</p> <p>Increased energy Production Requires more water</p> <p>Water Stress</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>ENERGY USE</p> <p>Increase temperatures → More water demand Less water supply</p> </div> </div> <div style="background-color: yellow; padding: 10px; margin-top: 10px;"> <p>En France, les centrales nucléaires et thermiques sont le 1er utilisateur!</p> <p>Il faut 1 million de gallons/min pour refroidir une centrale thermique de 1 GW.</p> <p>Et la catastrophe du Japon montre l'importance de ce couplage.</p> <p>(suite du cycle dans cours suivant)</p> </div>
--	--

 <p>UNIVERSITÉ JOSEPH FOURIER</p> <p>Diffusion des Savoirs</p> <p>OSUG</p> <p>IUF</p> <p>L. Charlet</p> <p>Eau: Ressource & Qualité</p> <p>COURS 2: Ville contre agriculture</p> <p>6</p>	<h2 style="text-align: center;">Quatre cas extrêmes</h2> <ul style="list-style-type: none"> • Mexico City, la mégapole qui s'enfonçe par excès de pompage • Pékin: Une surexploitation des nappes et une pollution au P extrême: analyse par MFA • Los Angeles et Las Vegas: quand les besoins de la Ville l'emportent sur ceux de l'Agriculture • Le Sahara, des nappes fossiles exploitées pour une agriculture à court terme
--	---

	1. Mexico City
<i>Diffusion des Savoirs</i>	 <p data-bbox="922 450 1230 633">Historically, the basin of Mexico has been one of the most densely populated areas in the world</p>
	
	
L. Charlet	
<i>Eau: Ressource & Qualité</i>	
COURS 2: Ville contre agriculture	
7	

	Mexico City
<i>Diffusion des Savoirs</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Cette ville, une des plus peuplées au monde (plus de 20 millions d'habitants), se trouve dans la Vallée de Mexico, un bassin fermé de 9 600 km² situé au coeur d'une ceinture néovolcanique • 19 % de la population du Mexique et plus de 45 % de son activité industrielle y sont concentrées • Ce bassin a été soulevé par des forces géologiques à plus de 2 200 m au-dessus du niveau de la mer. • Dans la zone métropolitaine de la vallée de Mexico, le niveau statique de l'eau dans les puits est descendu d'environ 10 à 15 m en 10 ans
	
	
L. Charlet	
<i>Eau: Ressource & Qualité</i>	
COURS 2: Ville contre agriculture	
8	





UNIVERSITÉ JOSEPH FOURIER
OSUG
IUF

Epaisseur couche d'argile et modélisation du tassement

Diffusion des Savoirs

L. Charlet

Eau: Ressource & Qualité

COURS 2: Ville contre agriculture

13

Modélisation de désaturation de la couche d'argile (= imogolite) volcanique (qui peut retenir jusqu'à 3 fois son poids en eau) et tassement

Epaisseur de la couche d'argile (m)

Tassement (m)

Temps (ans)

Figure 6.3 : Superposition de la carte représentant les tassements de 1998 à 2002 et des courbes d'innovateurs de tassement final calculés de la Vallée de Mexico

UNIVERSITÉ JOSEPH FOURIER
OSUG
IUF

Nanotubes d'imogolite et structure de l'eau

Diffusion des Savoirs

L. Charlet

Eau: Ressource & Qualité

COURS 2: Ville contre agriculture

14

NTI: 500 nm long, 1 nm wide (i.d.) nanotubes with 3 types of water

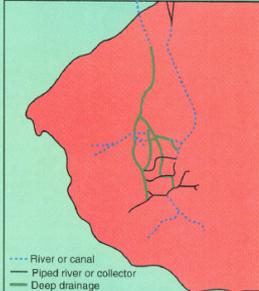
Weight loss (%)

Temperature (C)

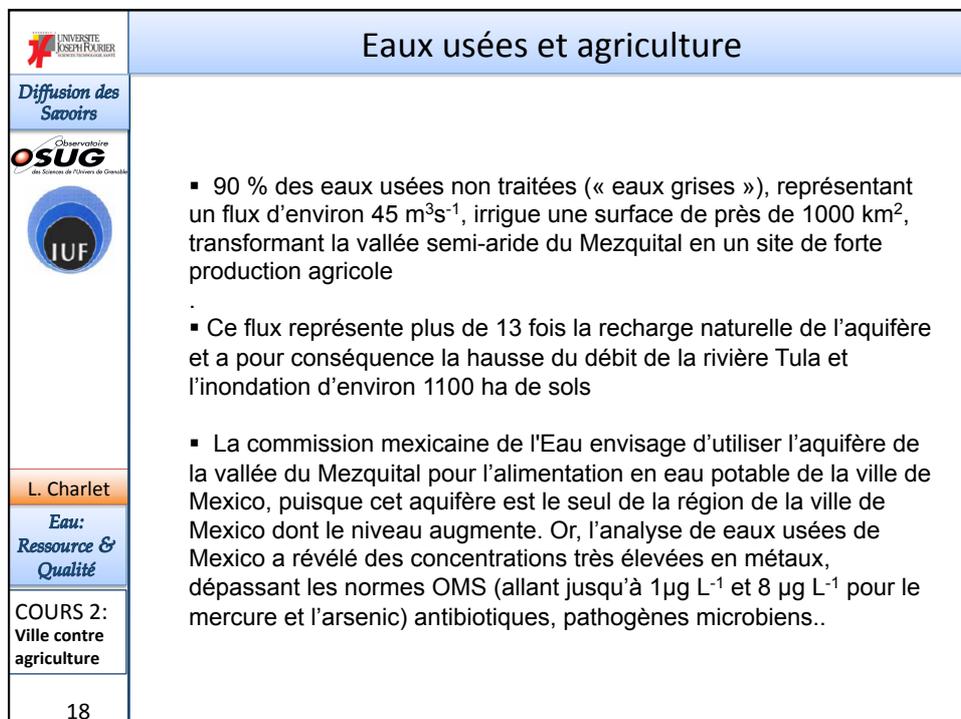
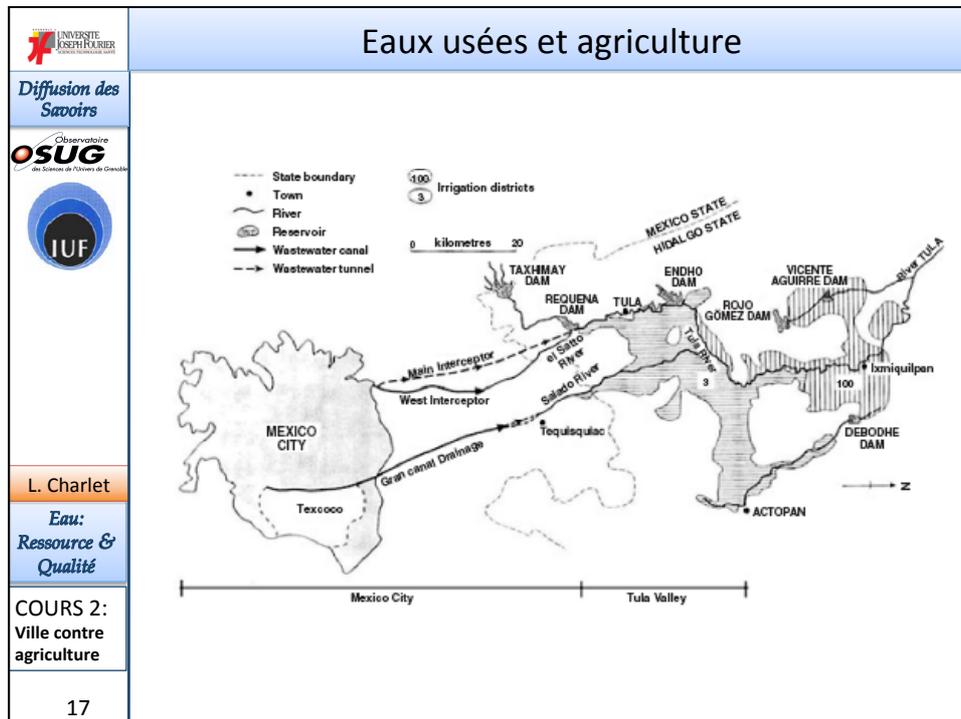
H₂O desorption intensity (a.u.)

Controlled Rate Thermal Analyses (CRTA)

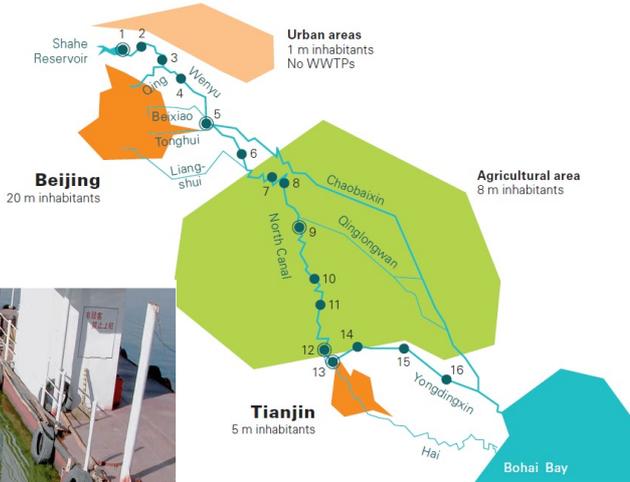
dehydroxylation

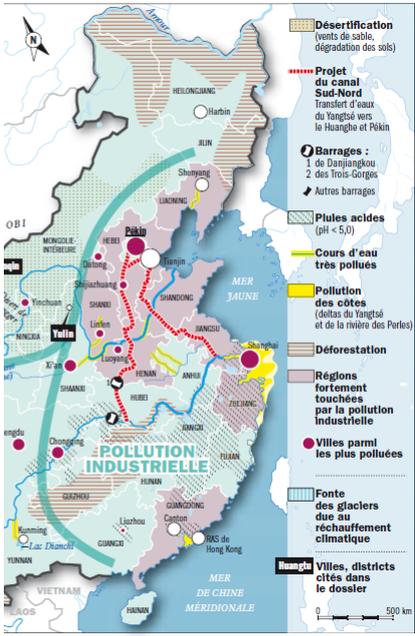
	Eaux usées et pollution des aquifères	
<i>Diffusion des Savoirs</i>		
		
		
L. Charlet		
<i>Eau: Ressource & Qualité</i>		
COURS 2: Ville contre agriculture		
15	 <p> ---- River or canal — Piped river or collector — Deep drainage </p>	 <p> South North Sewage canal Deep drainage system Depth (m) 0 -100 -200 -300 Production wells </p> <p> Volcanic rocks Clay Permeable sands, gravels, etc. </p>
Eau: Ressource & Qualité	<p> Plan et coupe des grands collecteurs: Gran Canal del Desagié (début XXIème siècle) et Deep Drainage System (1970) </p>	

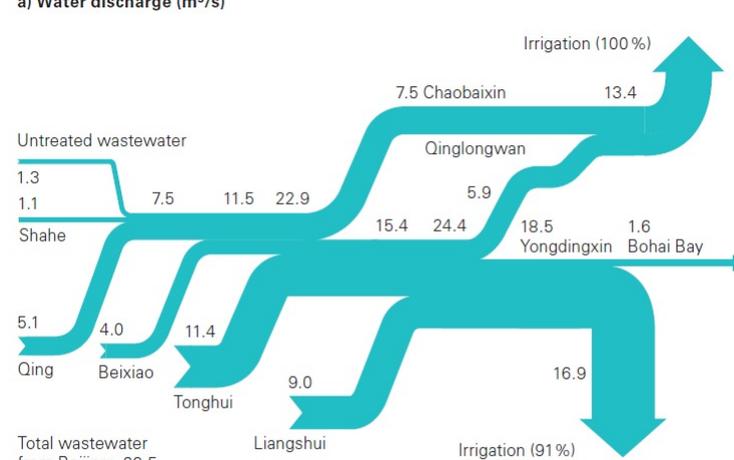
	Eaux usées et pollution des aquifères	
<i>Diffusion des Savoirs</i>		
		
		
L. Charlet		
<i>Eau: Ressource & Qualité</i>		
COURS 2: Ville contre agriculture		
16	<p> <u>Court circuit</u> de la couche argileuse protectrice de surface: - Puits abandonnés lors de l'urbanisation - Le Grand collecteur (deep drainage système) - Le Métro </p> <p> <u>Sources de pollution et contaminants:</u> - Site de décharge inclus dans la ville (12,000 tonnes de déchets solides produits par jour, 48% d'origine industrielle et 52% domestiques) - Pétrole (raffineries et station service) et solvants chlorés(pressing, industrie électronique) - Chrome, mercure, arsenic.. -Pathogènes microbiens </p>	



	<h2>Mexico City: conclusions</h2>
<p>Diffusion des Savoirs</p>	
	
	
	<ul style="list-style-type: none"> • Un affaissement du terrain, dû à l'excès de pompage (et à des argiles volcaniques qui en s'hydratant ont un $\Delta V/V = 400\%$) • Menace sur le génie civil, au même titre que les tremblements de terre • Le percement à travers la couche imperméable du Métro et du Grand Collecteur, ont conduit aux premières pollutions de cette masse d'eau. • Les champs d'épandage de cette MegaCity sont un grand enjeu de Santé Publique (comme l'étaient autrefois ceux d'Achères, près de Paris)
<p>L. Charlet</p>	
<p>Eau: Ressource & Qualité</p>	
<p>COURS 2: Ville contre agriculture</p>	
<p>19</p>	

	<h2>2. Pékin</h2>
<p>Diffusion des Savoirs</p>	
	
	
	
<p>L. Charlet</p>	
<p>Eau: Ressource & Qualité</p>	
<p>COURS 2: Ville contre agriculture</p>	
	
<p>20</p>	

	<h2 style="background-color: #ADD8E6;">Approvisionnement en eau de Beijing</h2>	
<p>Diffusion des Savoirs</p>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;"> <p>Des grands travaux commencés il y a plusieurs siècles pour apporter l'eau du Sud (tropical, où l'eau est abondante) vers le NE désertique, couronnés par le barrage des trois gorges</p> </div> <div style="flex: 2;">  </div> </div>	
<p>OSUG Observatoire des Sciences de l'Université de Grenoble</p>		
		
<p>L. Charlet</p>		
<p>Eau: Ressource & Qualité</p>		
<p>COURS 2: Ville contre agriculture</p>		
<p>21</p>		

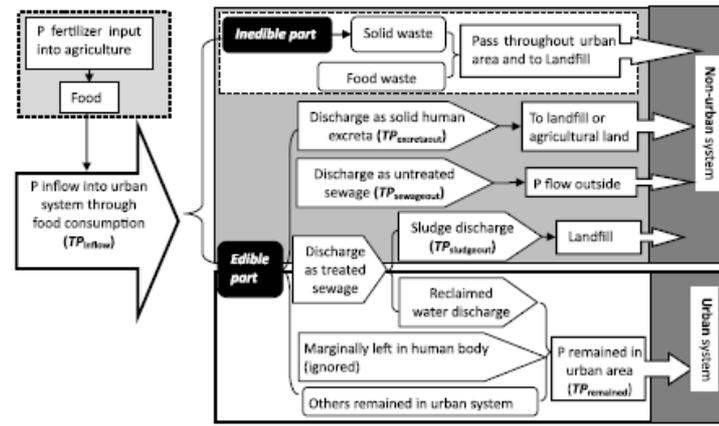
	<h2 style="background-color: #ADD8E6;">Flux d'eau à travers Beijing</h2>	
<p>Diffusion des Savoirs</p>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;"> <p>a) Water discharge (m³/s)</p>  </div> <div style="flex: 2;"> <p>Fig. 2: Water discharge and nutrient loads in the Haihe river system.</p> </div> </div>	
<p>OSUG Observatoire des Sciences de l'Université de Grenoble</p>		
		
<p>L. Charlet</p>		
<p>Eau: Ressource & Qualité</p>		
<p>COURS 2: Ville contre agriculture</p>		
<p>22</p>		



UNIVERSITÉ JOSEPH FOURIER
OSUG
IUF

Flux de P à travers Beijing

Outre les détergents (voir cours là-dessus), les flux entrant en P sont dominés par l'agriculture. Or P est l'un des éléments (comme Li et les Terres Rares) qui va faire défaut le plus rapidement!
Besoin de comprendre son cycle pour le recycler.



The diagram illustrates the phosphorus (P) cycle in Beijing, divided into 'Inedible part' and 'Edible part'. It shows the flow from agricultural inputs and urban consumption through various waste management and treatment processes to non-urban and urban systems.

L. Charlet

Eau: Ressource & Qualité

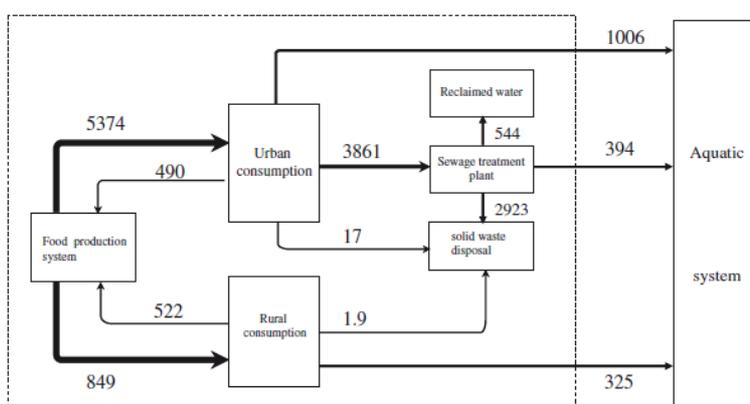
COURS 2: Ville contre agriculture

23



UNIVERSITÉ JOSEPH FOURIER
OSUG
IUF

Métabolisme du P par Beijing



The metabolic map shows the phosphorus (P) flows in Beijing. It details the input from the food production system, consumption in urban and rural areas, and the subsequent flows to sewage treatment plants, solid waste disposal, and the aquatic system.

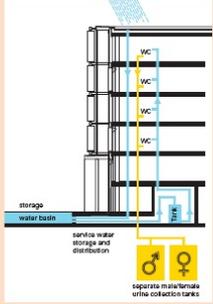
From	To	Value
Food production system	Urban consumption	5374
Food production system	Rural consumption	849
Urban consumption	Sewage treatment plant	3861
Urban consumption	Solid waste disposal	17
Rural consumption	Sewage treatment plant	1.9
Rural consumption	Aquatic system	325
Sewage treatment plant	Reclaimed water	544
Sewage treatment plant	Aquatic system	394
Sewage treatment plant	Solid waste disposal	2923
Solid waste disposal	Aquatic system	1006
Urban consumption	Aquatic system	490
Rural consumption	Aquatic system	522

L. Charlet

Eau: Ressource & Qualité

COURS 2: Ville contre agriculture

24

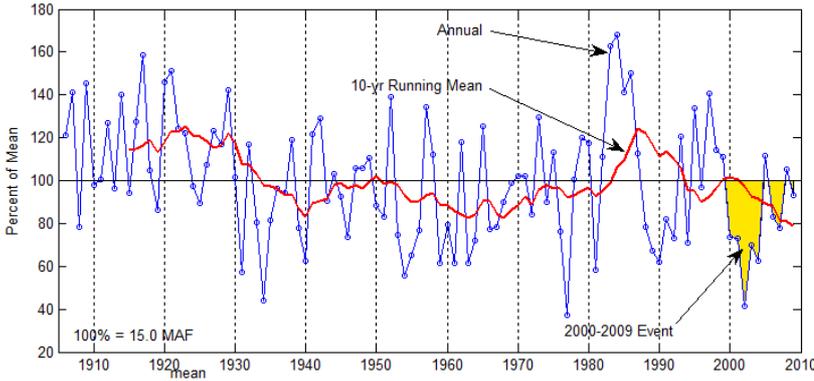
 <p>UNIVERSITÉ JOSEPH FOURIER</p> <p>Diffusion des Savoirs</p> <p>OSUG Observatoire des Sciences de l'Université de Grenoble</p> <p>IUF</p> <p>L. Charlet</p> <p>Eau: Ressource & Qualité</p> <p>COURS 2: Ville contre agriculture</p> <p>25</p>	<h2 style="text-align: center;">Recyclage du phosphore</h2> <p>Pertes énormes de phosphore conduisant à l'eutrophisation des rivières et lacs</p> <p>Une solution: la collecte séparée de l'urine (concentrée en ammonium et P, et l'addition de Mg permet la précipitation de $\text{NH}_4\text{MgPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, la struvite qui peut être utilisée en fertilisant</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div>
---	--

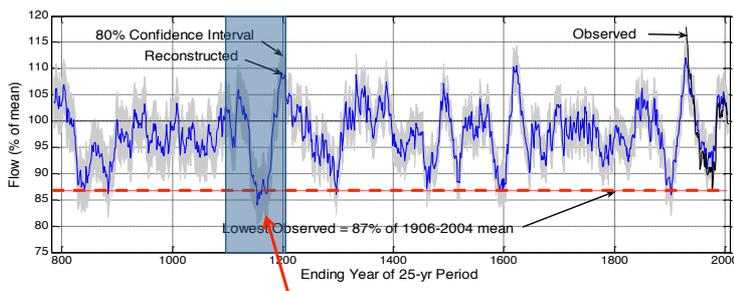
 <p>UNIVERSITÉ JOSEPH FOURIER</p> <p>Diffusion des Savoirs</p> <p>OSUG Observatoire des Sciences de l'Université de Grenoble</p> <p>IUF</p> <p>L. Charlet</p> <p>Eau: Ressource & Qualité</p> <p>COURS 2: Ville contre agriculture</p> <p>26</p>	<h2 style="text-align: center;">3. Los Angeles et Las Vegas</h2> <div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>Agriculture</p> <ul style="list-style-type: none"> • La culture la plus intensive au monde (dans la Central Valley, Imperial Valley, mais une irrigation traditionnelle par gravité au Nevada et une agriculture sans goutte à goutte, très consommatrice aussi d'eau) <p>Aqueducs</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les 2 plus grands projets d'irrigation au Monde sont en CA • 700 km d'aqueduc du Colorado à LA + PalmSpring à travers le Mohave desert </div> <div style="flex: 1;">  <p>Les 2 Villes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Une immense nappe sous la ville de Los Angeles, trop pompée • Des rivières bétonnées qui ne « rechargent » pas les nappes • Une croissance exponentielle des besoins • Des importations de toujours plus loin </div> </div>
---	---

	<h2 style="background-color: #ADD8E6;">La soif du SoCal (et du Nevada)</h2>	
<p>Diffusion des Savoirs</p>		
		
		
		<p>Passée la Sierra, Moins de 100 mm/an, et jusqu'au 100^{ème} méridien, moins de 500 Mm/an</p> <p>Grands aqueduc, du Colorado, mais aussi de la Sierra: Owens River (depuis Mono Lake) Puis LA aqueduc (par William Mulholland)</p> <p>Tentatives d'aller prendre l'eau au N de la CA Voir au Canada en Colombie Britannique: NAWAPA (North American Water and Power Alliance)</p>
<p>L. Charlet</p>		
<p>Eau: Ressource & Qualité</p>		
<p>COURS 2: Ville contre agriculture</p>		
<p>27</p>		

	<h2 style="background-color: #ADD8E6;">Historique</h2>		
<p>Diffusion des Savoirs</p>			
			
			
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1902: 30 ans après l'arrivée des Mormons en Utah, création du US Bureau of Reclamation. Powell lance les barrages sur le Colorado, la Sacramento et la Columbia ▪ 1930: en pleine dépression, Central Valley Project, puis en 1960 le California Water Project, captent 8 fois l'eau nécessaire à NY ▪ Los Angeles to San Diego represents the megalopolis of Southern California (~20 million people) which receives 320 mm of precipitation per year and requires extensive interbasin transfers from 3 aqueducts: The California, Los Angeles, and Colorado Aqueducts to sustain the water supply ▪ In addition, groundwater is used for water supply in several locations and some water conservation measures are currently utilized including water reuse (grey water flowing through purple pipe for commercial-residential irrigation water), aquifer storage and recovery, aquifer recharge for mitigation of seawater intrusion, and indirect potable reuse of recharged water through infiltration basins. 		
<p>L. Charlet</p>			
<p>Eau: Ressource & Qualité</p>			
<p>COURS 2: Ville contre agriculture</p>			
<p>28</p>			

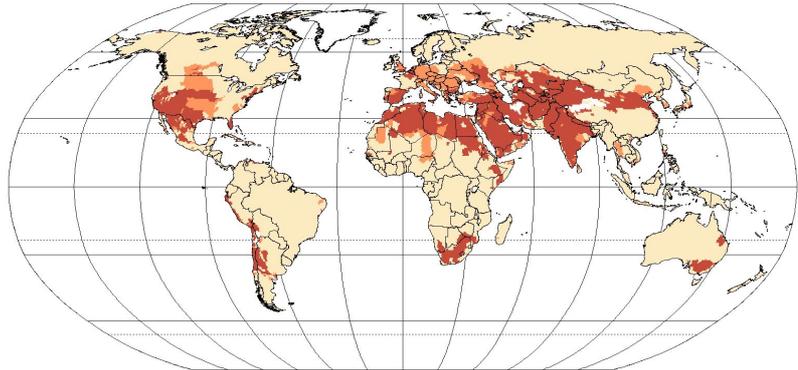
 Diffusion des Savoirs  	<h2>Salinisation là encore..</h2>
L. Charlet <i>Eau: Ressource & Qualité</i>	<ul style="list-style-type: none"> • De l'eau du Colorado. L'eau quitte le Colorado à TDS = 200 ppm, y retourne (eau de drainage de l'Imperial Valley, Arizona) à 6500 ppm, et arrive au Mexique à 1500 ppm. • Nixon doit financer la plus grande station de desalinisation au monde. Cout à l' « acre-foot »: \$300 pour la désaliniser contre \$3,5 acheté par l'agriculteur! • Carter n'a pas été réélu car soutenu par seulement 1/10^{ème} des Congressmen de l'Ouest après s'être opposé aux nouveaux barrages • Des eaux souterraines sous LA (biseau salin). Injection des eaux usées sous Santa Monica, Venice, Malibu etc..
COURS 2: Ville contre agriculture	
29	

 Diffusion des Savoirs  	<h2>Flux d'eau du Colorado à Lees Ferry</h2>
L. Charlet <i>Eau: Ressource & Qualité</i>	
COURS 2: Ville contre agriculture	<p>La prise d'eau de Las Vegas est presque hors d'eau (et celle de L.A. le sera bientôt)!</p> <p>Une conséquence du changement climatique?</p>
30	

 <p>L. Charlet</p> <p>Eau: Ressource & Qualité</p> <p>COURS 2: Ville contre agriculture</p> <p>31</p>	<h2 style="text-align: center;">Grande sécheresse des années 1100 (fin Mesa Verde)</h2> <p style="text-align: center;">Moyennes (sur 25 ans) déduites de dendrochronology</p>  <p style="text-align: center;">Sécheresse Mi-1100s</p> <p style="text-align: right;"><i>Meko et al. 2007, Geophys. Res. Lett. 34</i></p>
--	---

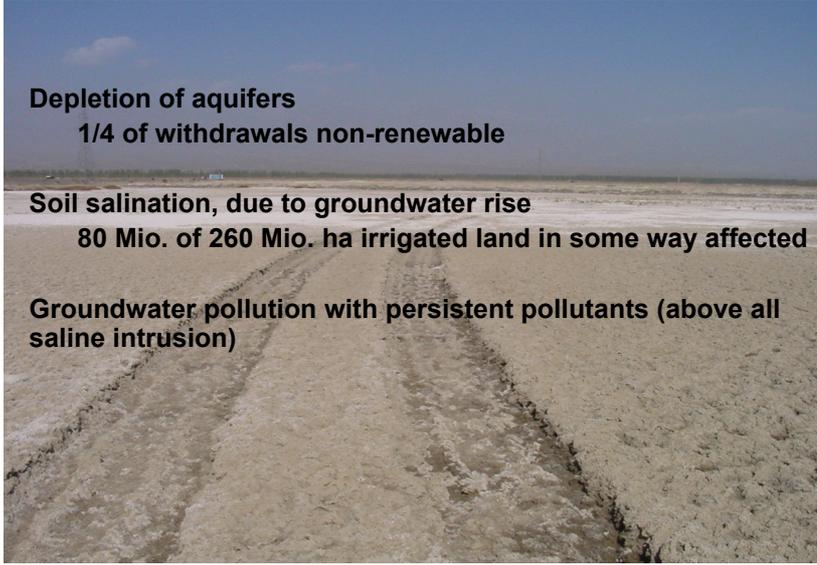
 <p>L. Charlet</p> <p>Eau: Ressource & Qualité</p> <p>COURS 2: Ville contre agriculture</p> <p>32</p>	<h2 style="text-align: center;">Avenir de l'alimentation par le Colorado?</h2> <ul style="list-style-type: none"> • Drought recurrence would lower reservoirs to critical levels within a couple decades • More the Nevada/So Cal agriculture is threatened than the cities • Drought likely associated with northward-shifted westerlies (like in mid-1100) • Non-negligible likelihood of recurrence (e.g. >10% chance in any given century) without invoking anthropogenic climate change <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: right;">To an End?</p>
--	--

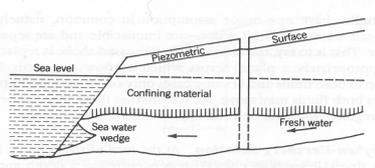
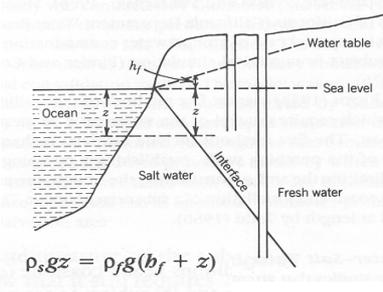
 <p>UNIVERSITÉ JOSEPH FOURIER Grenoble Alpes</p> <p>Diffusion des Savoirs</p> <p>OSUG Observatoire des Sciences de l'Université de Grenoble</p>  <p>L. Charlet</p> <p>Eau: Ressource & Qualité</p> <p>COURS 2: Ville contre agriculture</p> <p>33</p>	<h2>4. Surexploitation de la nappe du Sahara</h2> <p>Pour les villes et l'agriculture intensive (même problème dans les Grandes plaines américaines, toute l'Afrique du Nord, l'Arabie Saoudite, l'Inde, la Chine..)</p> <p>Indicateur de manque d'eau</p> $\alpha = \frac{\textit{withdrawals}}{\textit{availability of renewable resources}}$ <p>Mild water stress: $\alpha = 0.2 - 0.4$ Severe water stress: $\alpha > 0.4$ Global average value: $\alpha = 4/13 = 0.31$</p>
---	--

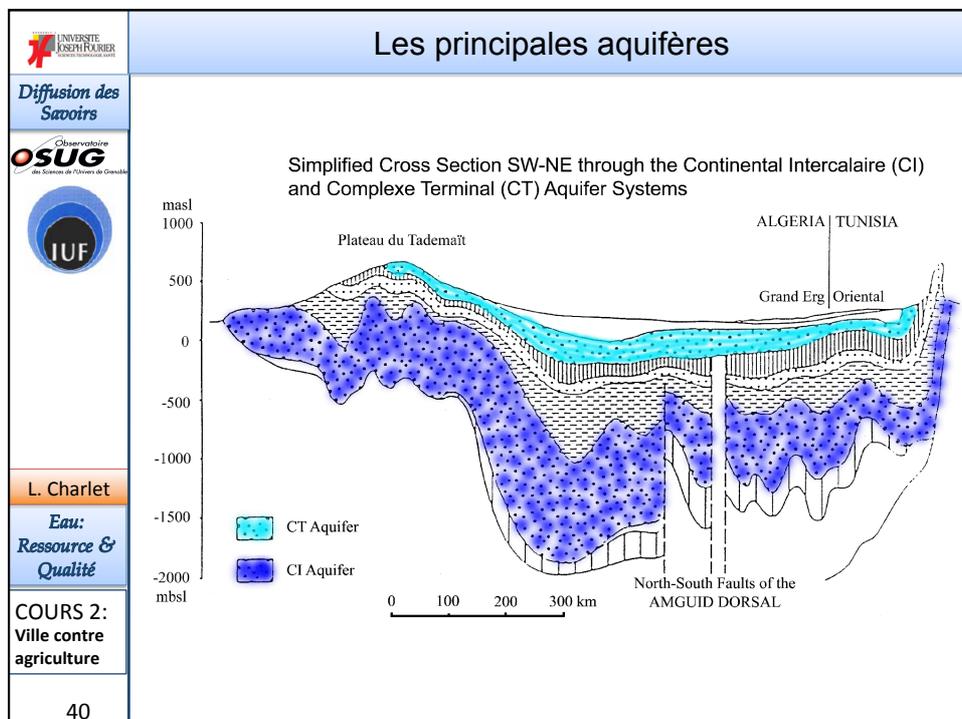
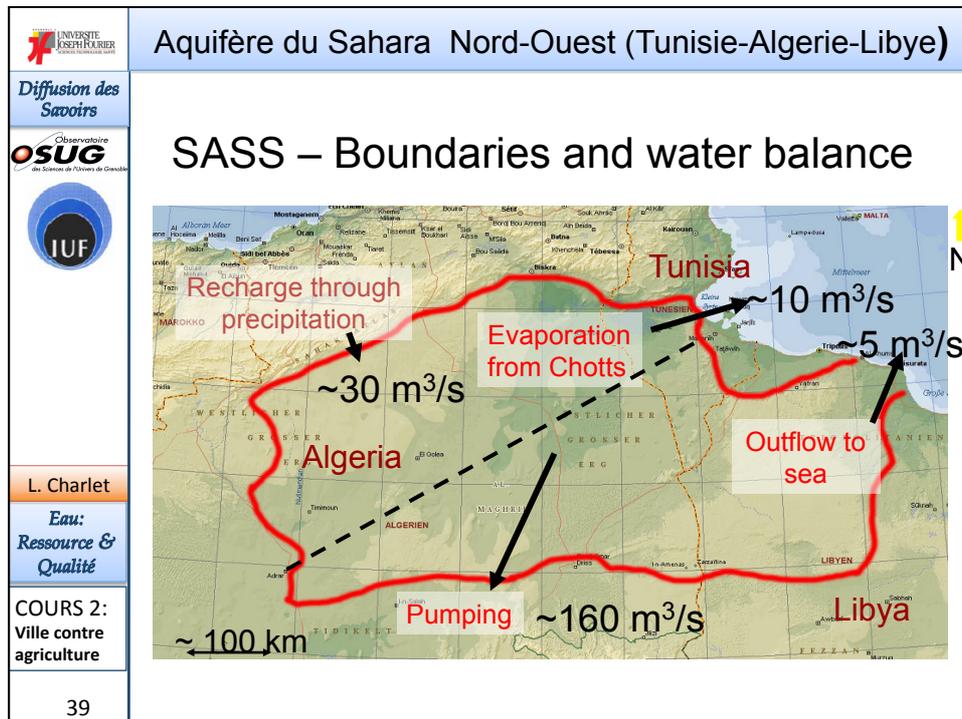
 <p>UNIVERSITÉ JOSEPH FOURIER Grenoble Alpes</p> <p>Diffusion des Savoirs</p> <p>OSUG Observatoire des Sciences de l'Université de Grenoble</p>  <p>L. Charlet</p> <p>Eau: Ressource & Qualité</p> <p>COURS 2: Ville contre agriculture</p> <p>34</p>	<h2>Prélèvements/Disponibilité (en 1995)</h2> <p>Water stress according to drainage basins, circa 1995 [withdrawal-to-availability ratio]</p>  <p>0 - 0.2 [low water stress] 0.2 - 0.4 [mid water stress] more than 0.4 [severe water stress]</p> <p><small>(c) Center for Environmental Systems Research, University of Kassel, November 2002- Water GAP 2.1D</small></p>
---	--

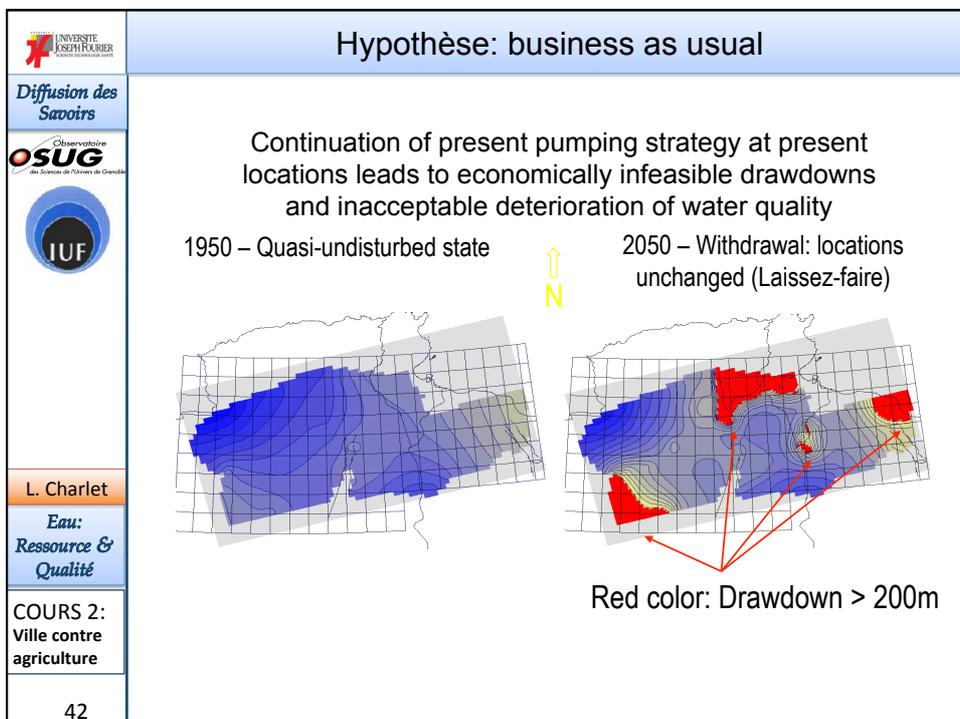
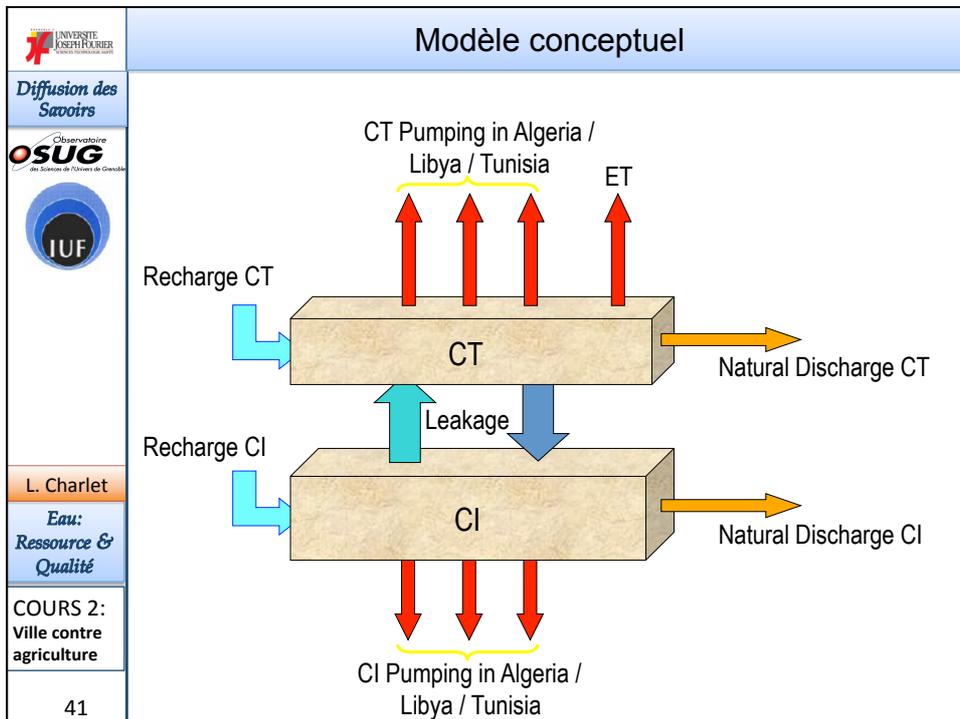
Symptôme et conséquence du manque d'eau	
 Diffusion des Savoirs  	<p style="text-align: center;">Un symptôme du manque d'eau</p> <ul style="list-style-type: none"> • Non-sustainable use of resources <p style="text-align: center;">Conséquences du manque d'eau:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pauvreté • Sécurité alimentaire moindre • Moins d'eau pour la nature • Migration
L. Charlet	
Eau: Ressource & Qualité	
COURS 2: Ville contre agriculture	
35	

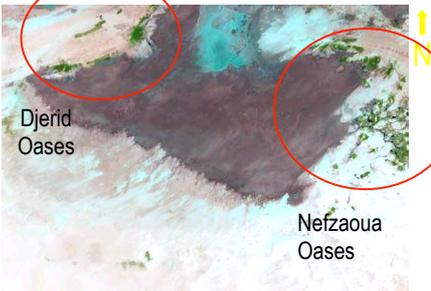
Définition de la durabilité	
 Diffusion des Savoirs  	<p>Sustainability is a Water management practice,</p> <p>which</p> <ul style="list-style-type: none"> - avoids irreversible and quasi-irreversible damage to the resource water and the natural resources linked to it and - conserves in the long term the ability of the resource to extend its services (including ecological services)
L. Charlet	
Eau: Ressource & Qualité	
COURS 2: Ville contre agriculture	
36	

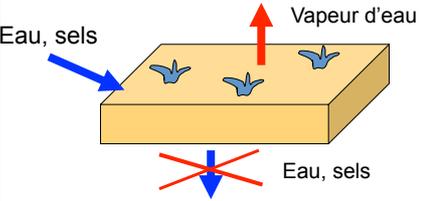
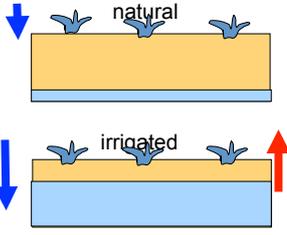
	<h2 style="background-color: #ADD8E6;">Principaux problèmes de durabilité (pour l'eau)</h2>
<p>Diffusion des Savoirs</p>	 <p>Depletion of aquifers 1/4 of withdrawals non-renewable</p> <p>Soil salination, due to groundwater rise 80 Mio. of 260 Mio. ha irrigated land in some way affected</p> <p>Groundwater pollution with persistent pollutants (above all saline intrusion)</p>
<p>OSUG Observatoire des Sciences de l'Université de Grenoble</p>	
	
<p>L. Charlet</p>	
<p>Eau: Ressource & Qualité</p>	
<p>COURS 2: Ville contre agriculture</p>	
<p>37</p>	

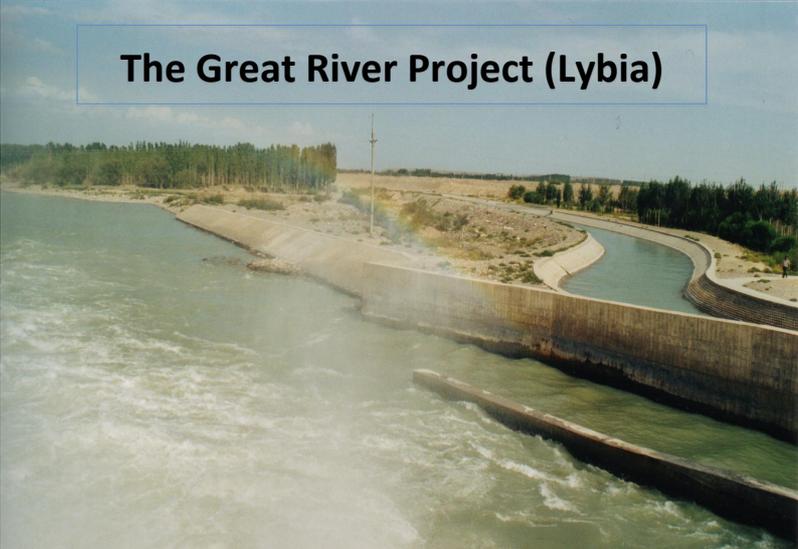
	<h2 style="background-color: #ADD8E6;">Biseau salin</h2>
<p>Diffusion des Savoirs</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="462 1332 837 1713">  <p>(a)</p> </div> <div data-bbox="869 1332 1252 1624">  $\rho_s g z = \rho_f g (h_f + z)$ $z = \frac{\rho_f}{\rho_s - \rho_f} h_f$ </div> </div> <p>Présents sous presque toutes les côtes de la méditerranée (plaines alluviales), sous Los Angeles, au NE de la Chine..</p> <p>Densité eau salée: 1.025, d'où pour un mètre d'abaissement de nappe, on a 40m de remontée de l'interface douce/salée!!</p>
<p>OSUG Observatoire des Sciences de l'Université de Grenoble</p>	
	
<p>L. Charlet</p>	
<p>Eau: Ressource & Qualité</p>	
<p>COURS 2: Ville contre agriculture</p>	
<p>38</p>	





	1950-2010	
Diffusion des Savoirs	La population a triplé Agriculture irriguée a triplé	
		
		
L. Charlet		
Eau: Ressource & Qualité		
COURS 2: Ville contre agriculture	Oases, Tunisia	
43	Duwat Project, Libya	

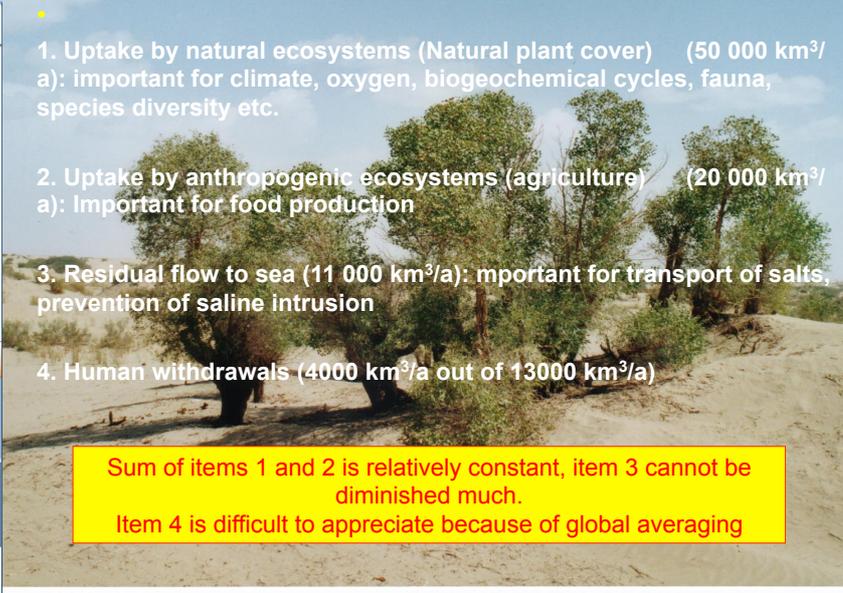
	Salinisation des sols	
Diffusion des Savoirs		
		
		
L. Charlet		
Eau: Ressource & Qualité		
COURS 2: Ville contre agriculture	Causes	
44		
44		

	Le projet de Grande Rivière (Lybie)
<i>Diffusion des Savoirs</i>	
	
	
L. Charlet	
<i>Eau: Ressource & Qualité</i>	
COURS 2: Ville contre agriculture	
45	

	Exploiter une ressource non renouvelable?
<i>Diffusion des Savoirs</i>	
	
	<p>Doit on exploiter?</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪Présent flux entrant le système <ul style="list-style-type: none"> ▪30 m³/s ▪Prélèvements actuels <ul style="list-style-type: none"> ▪Environ 160 m³/s (i.e. non-durable) ▪Volume d'eau stocké <ul style="list-style-type: none"> ▪Environ 100 000 km³ ▪Volume utilisable <ul style="list-style-type: none"> ▪Environ 10 000 km³ ▪ Demande Future <ul style="list-style-type: none"> ▪Environ 500 m³/s = 15 km³/a ▪En théorie possible pendant 600 years! Mais....
L. Charlet	
<i>Eau: Ressource & Qualité</i>	
COURS 2: Ville contre agriculture	
46	

Le « prix » à payer	
 <p>UNIVERSITÉ JOSEPH FOURIER 1385 Avenue des Sciences 38000 Grenoble</p> <p>Diffusion des Savoirs</p> <p>Observatoire OSUG des Sciences de l'Université de Grenoble</p>  	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Investment cost and operational costs <ul style="list-style-type: none"> ▪ Energy for pumping and conveyance ▪ Lift of more than 200 m not economically feasible ▪ Brine back flow from Chotts <ul style="list-style-type: none"> ▪ Gradient reversal in the Chott area ▪ Saline intrusion from the Turonian ▪ Saline intrusion from the mediterranean sea • Salination of soils and lowering of lake level <ul style="list-style-type: none"> - Increase of outflow (Salinity control of lake water and power generation) - Diversion of water around lake (to feed „Green corridor“)
L. Charlet	
Eau: Ressource & Qualité	
COURS 2: Ville contre agriculture	
47	

Sahara: conclusions	
 <p>UNIVERSITÉ JOSEPH FOURIER 1385 Avenue des Sciences 38000 Grenoble</p> <p>Diffusion des Savoirs</p> <p>Observatoire OSUG des Sciences de l'Université de Grenoble</p>  	<ul style="list-style-type: none"> • Reduire les surfaces irriguées et changer de culture • Augmenter l'efficacité de l'irrigation et la recharge par les oueds • Deep drainages and other drainage measures • International cooperation in utilizing the resource brings advantage • Main problem is of social and political nature. Conservation of oases culture is in the long run only possible through high subsidies
L. Charlet	
Eau: Ressource & Qualité	
COURS 2: Ville contre agriculture	
48	 

	Conclusion sur bilan hydrique Saharien
Diffusion des Savoirs	
	
	 <p>1. Uptake by natural ecosystems (Natural plant cover) (50 000 km³/a): important for climate, oxygen, biogeochemical cycles, fauna, species diversity etc.</p> <p>2. Uptake by anthropogenic ecosystems (agriculture) (20 000 km³/a): Important for food production</p> <p>3. Residual flow to sea (11 000 km³/a): mportant for transport of salts, prevention of saline intrusion</p> <p>4. Human withdrawals (4000 km³/a out of 13000 km³/a)</p> <div style="border: 1px solid black; background-color: yellow; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;">Sum of items 1 and 2 is relatively constant, item 3 cannot be diminished much. Item 4 is difficult to appreciate because of global averaging</p> </div>
L. Charlet	
Eau: Ressource & Qualité	
COURS 2: Ville contre agriculture	
49	

	Ville vs. Campagne et bilan hydrique global
Diffusion des Savoirs	
	
	<ul style="list-style-type: none"> • L'excès de pompage par rapport à la recharge conduit: <ul style="list-style-type: none"> • à l'affaissement du sol (Mexico City) et problèmes de génie civil • à l'intrusion du bilaseau salé le lonfg des côtes (Los Angeles) • À un coût plus élevé de l'eau • Energie, Ville, Industrie et Agriculture sont de grands concurrent pour une ressource en eau. Chacune doit analyser son métabolisme de l'eau pour optimiser son usage. • Les fuites en eau potable (35% «acceptable») et des égouts (voir Grand collecteur de Mexico) doivent être limitées • L'eau usée est désormais une ressource, mais les eaux grises, si non traitées peuvent contenir des niveaux élevés de métaux lourds, antibiotiques, pathogènes microbiens (Mexico). L'étude du métabolisme urbain doit conduire à recycler eau (Singapour), P (Pékin)
L. Charlet	
Eau: Ressource & Qualité	
COURS 2: Ville contre agriculture	
50	