NASA ARSET Snow Product Training

MODIS Dust Radiative Forcing in Snow (MODDRFS)

Thomas H. Painter, Chris Mattmann
NASA Jet Propulsion Laboratory
California Institute of Technology

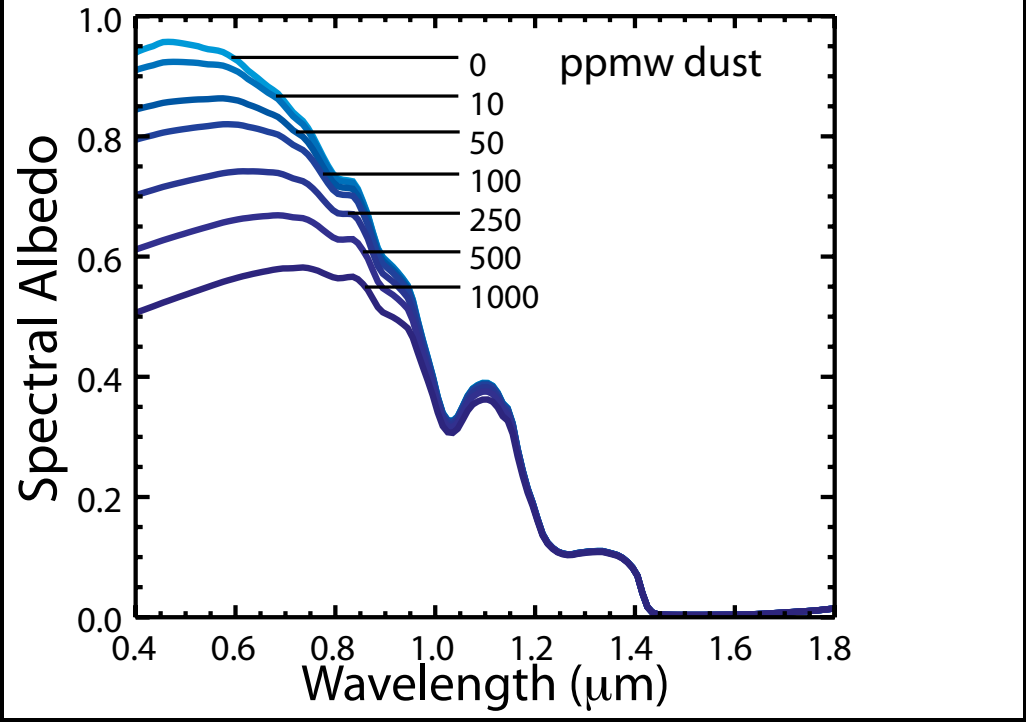
Outline

1. Definitions
2. Light Absorbing Impurities in Snow and Ice (LAISI) – Dust and Black Carbon
3. Generation of Dust Radiative Forcing
4. MODIS Dust Radiative Forcing in Snow (MODDRFS) model and case study application
5. Case Study of Influence of Dust Radiative Forcing in Snow on Runoff Forecasting

LIGHT ABSORBING IMPURITIES IN SNOW AND ICE

What is ‘radiative forcing’ from dust on snow?

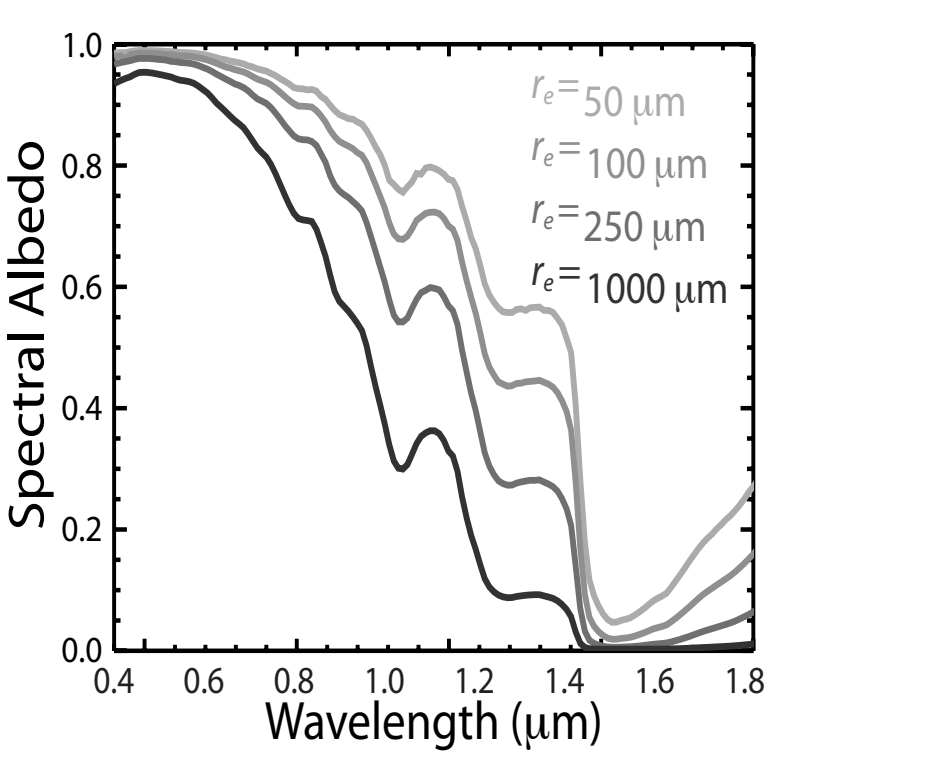
Direct effect: Absorption of solar irradiance by absorbing impurities.



What is ‘radiative forcing’ from dust on snow?

Direct effect: Absorption of solar irradiance by absorbing impurities.

1st feedback: Enhanced absorption by larger snow grains - attributed to the direct effect.

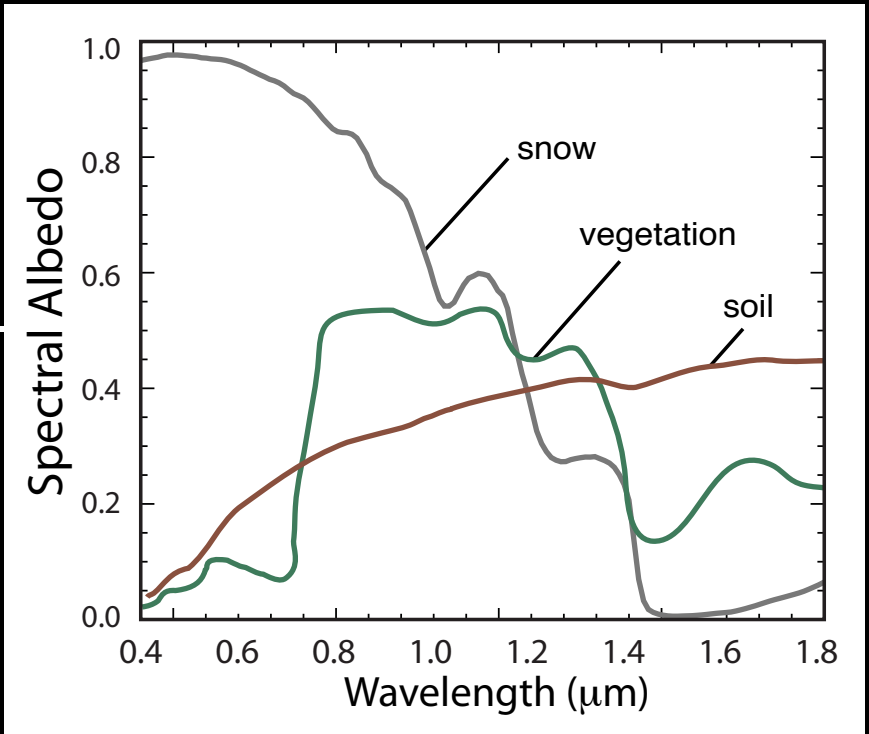


What is ‘radiative forcing’ from dust on snow?

Direct effect: Absorption of solar irradiance by absorbing impurities.

1st feedback: Enhanced absorption by larger snow grains - attributed to the direct effect.

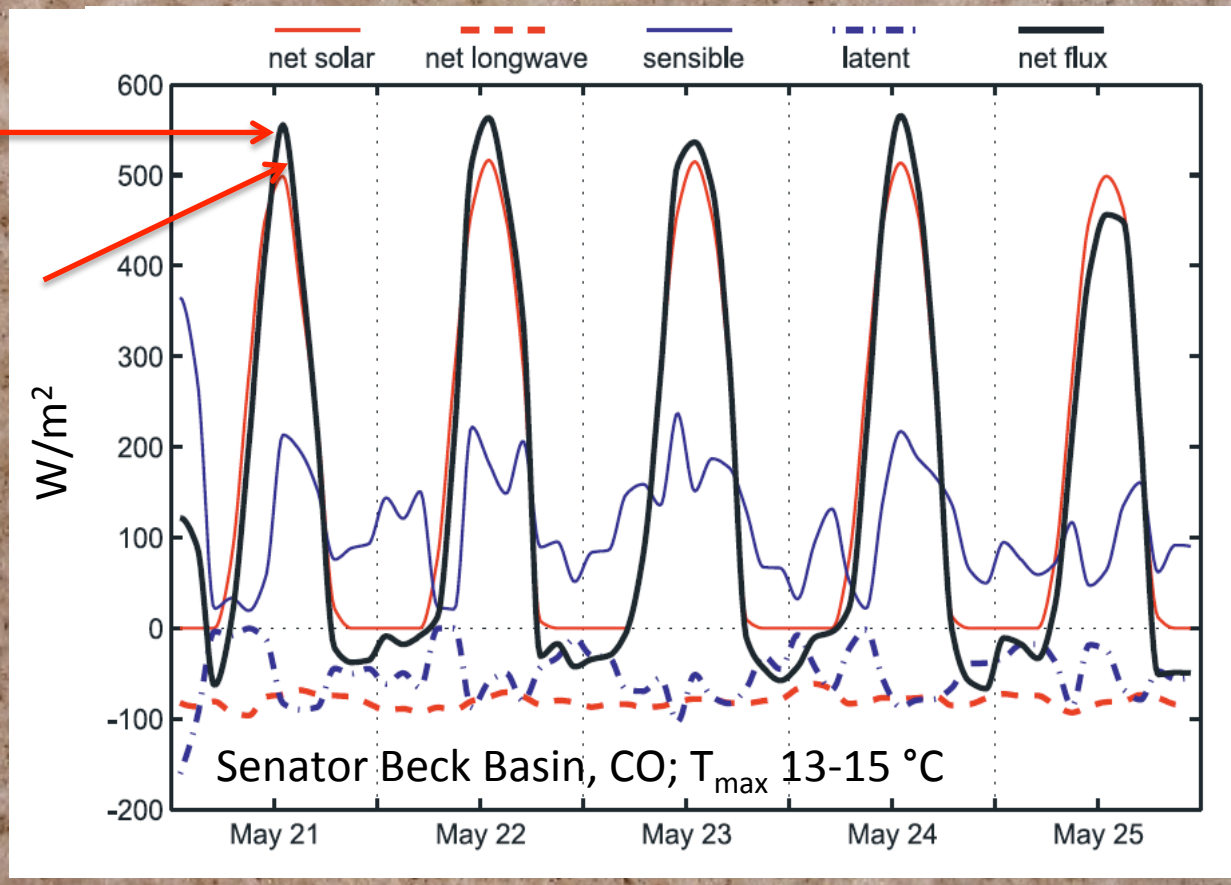
2nd feedback: Enhanced absorption of solar irradiance by darker substrate, exposed earlier because of direct effect and first feedback.



What controls snowmelt?

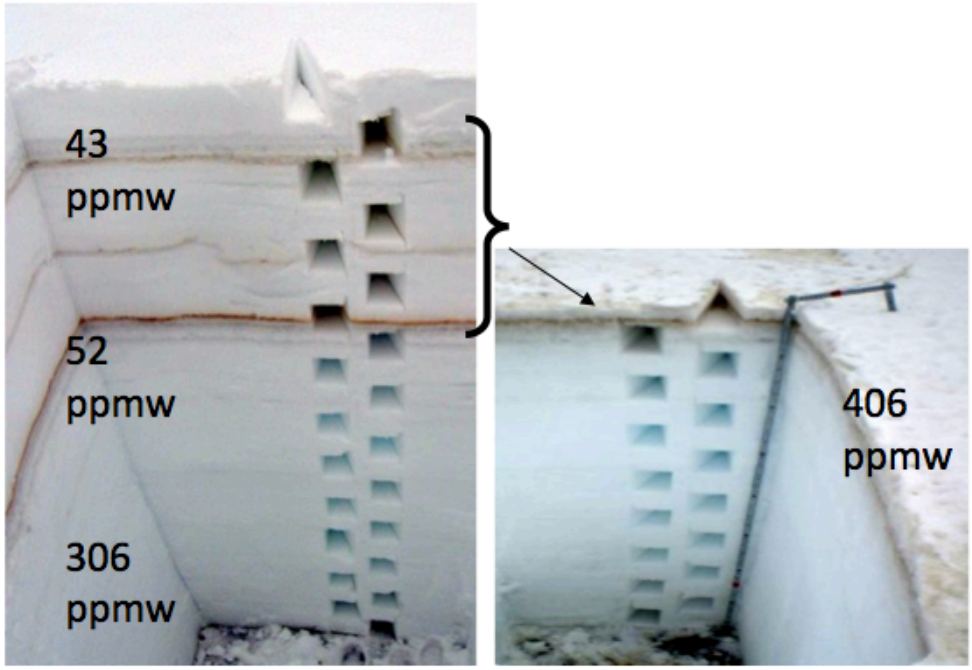
Energy for melting

Absorbed sunlight



Elk Range, Colorado River Basin, April 2009

The How of Dust Radiative Forcing



April, 2009 **May, 2009**

Dust decreases snow albedo (reflectivity)

Dust deposition comes generally in the spring (*Neff et al,* 2005)

- solar irradiance is increasing
- snowpack is warming

Dust generally accumulates in surface layers and is not entrained in melt - therefore, the surface continues to darken

Black Carbon

REVIEW ARTICLE

Black soot and the survival of Tibetan glaciers

JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 114, D03108, doi:10.1029/2008JD011039, 2009

Click Here for Full Article

Effects of soot-indu
and hydrological c
on Weather Resea
and regional clima

Yun Qian,[1] William I. Gu

Received 26 August 2008; revised

V. RAMANATHAN[1] AND G. CARMICH

[1]Scripps Institution of Oceanography, University of California at San Diego, 9500 Gilman Drive, #0221, La Jolla, California 92093-0221, USA;
[2]College of Engineering, University of Iowa, Iowa City, Iowa 52240, USA

field observations and satellite data[5–15]. Single-particle mass spectrometer data reveal that BC is internally mixed with other aerosol species such as sulphates, nitrates, organics, dust and sea

Vol 448|2 August 2007|doi:10.1038/nature06019 nature

LETTERS

Warming trends in Asia amplified by brown cloud solar absorption

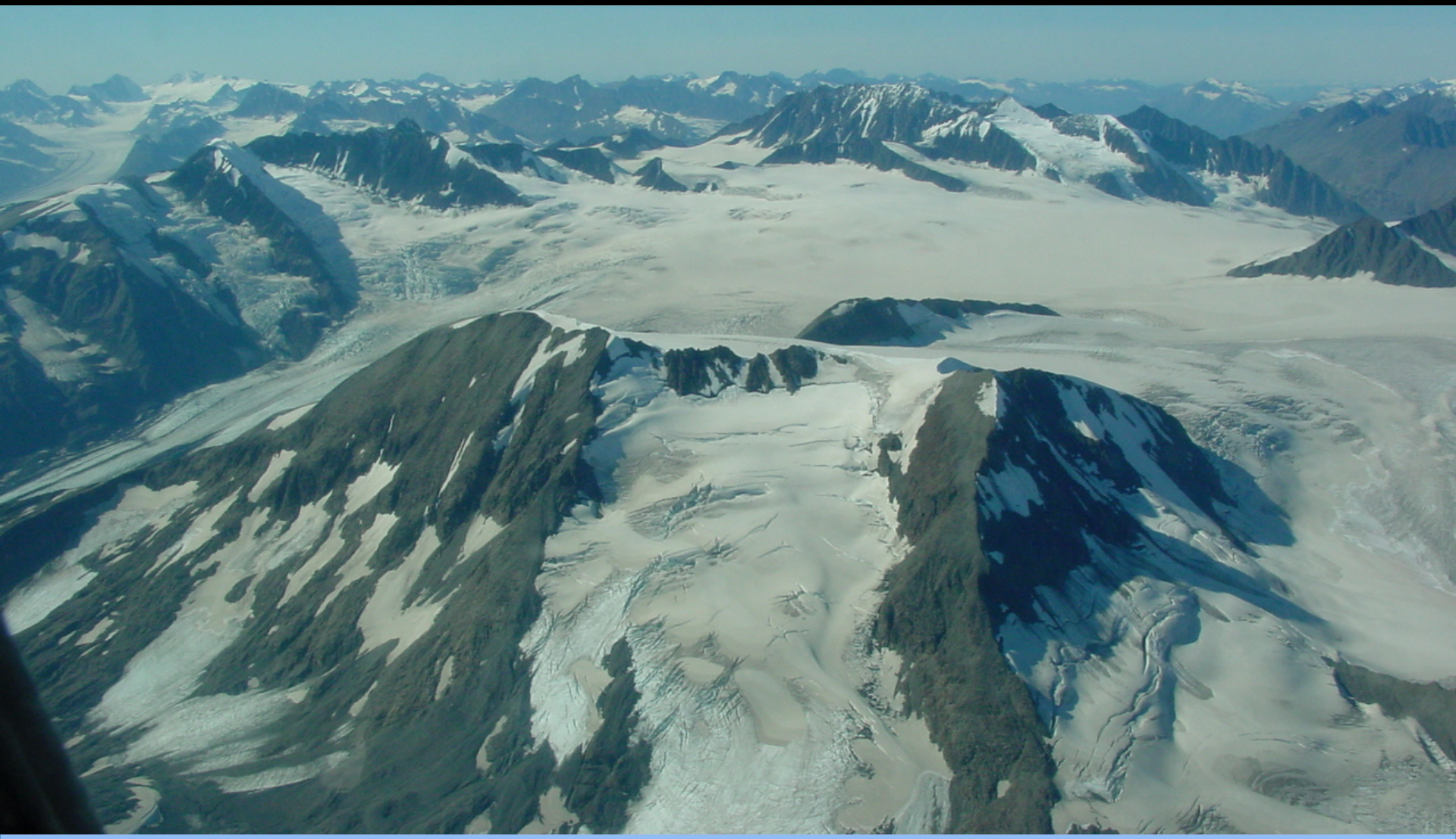
Veerabhadran Ramanathan[1], Muvva V. Ramana[1], Gregory Roberts[1], Dohyeong Kim[1], Craig Corrigan[1], Chul Chung[1] & David Winker[2]

We propose that the combined warming trend of 0.25 K per decade may be sufficient to account for the observed retreat of the Himalayan glaciers[4–6].

s, Beijing
5, China;
of

of sno
begun t
eld data
ent in ic
entury o

Alaska glaciers



Antarctic Peninsula

PNAS

20th-Century doubling in dust archived in an Antarctic Peninsula ice core parallels climate change and desertification in South America

Joseph R. McConnell[†‡], Alberto J. Aristarain[§], J. Ryan Banta[†], P. Ross Edwards[†], and Jefferson C. Simões[¶]

[†]Desert Research Institute, Nevada System of Higher Education, Reno, NV 89512; [§]Laboratorio de Estratigrafía Glaciar y Geoquímica del Agua y de la Nieve, Instituto Antártico Argentino, Centro Regional de Investigaciones Cientifícas y Teconológicas, 5500 Mendoza, Argentina; and [¶]Núcleo de Pesquisas Antárctica e Climáticas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, CEP 90040-060 Porto Alegre, Brazil

Edited by Inez Y. Fung, University of California, Berkeley, and approved February 9, 2007 (received for review September 1, 2006)

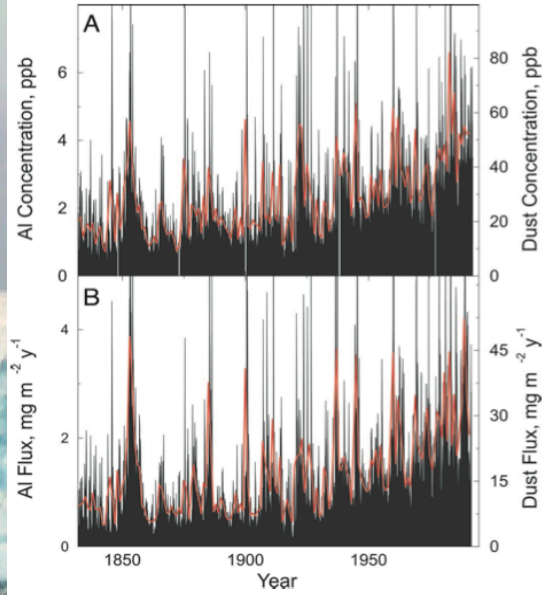
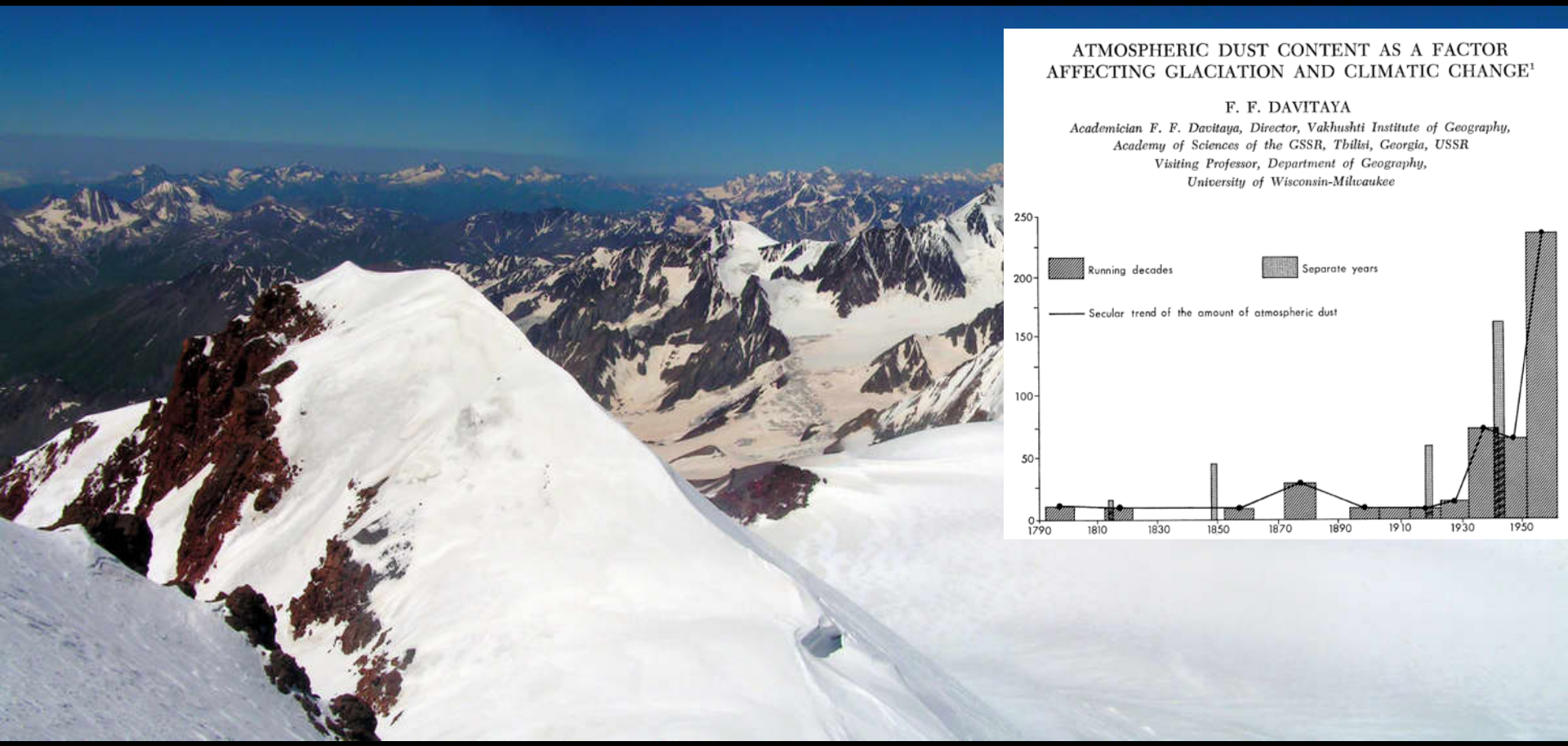


Fig. 2. Monthly averaged aluminum and aluminosilicate dust concentration (*A*) and flux (*B*) from 1832 to 1991 measured in James Ross Island ice cores. The heavy red line shows annual averages. Aluminosilicate dust was computed from the aluminum measurements by using the mean crustal abundance by mass of 8.04%.

Caucasus Mountains

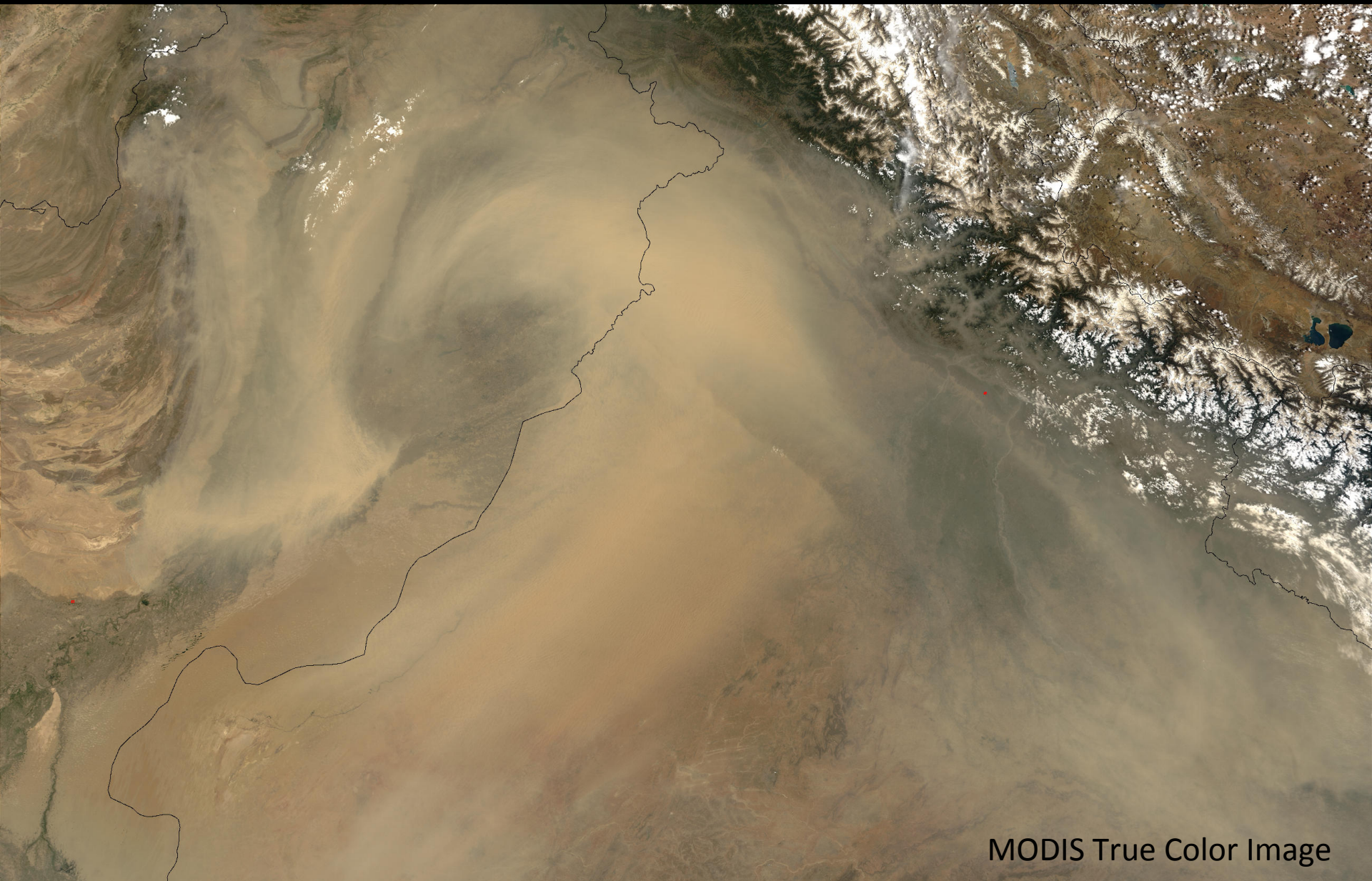


ATMOSPHERIC DUST CONTENT AS A FACTOR AFFECTING GLACIATION AND CLIMATIC CHANGE[1]

F. F. DAVITAYA

Academician F. F. Davitaya, Director, Vakhushti Institute of Geography, Academy of Sciences of the GSSR, Tbilisi, Georgia, USSR
Visiting Professor, Department of Geography, University of Wisconsin-Milwaukee

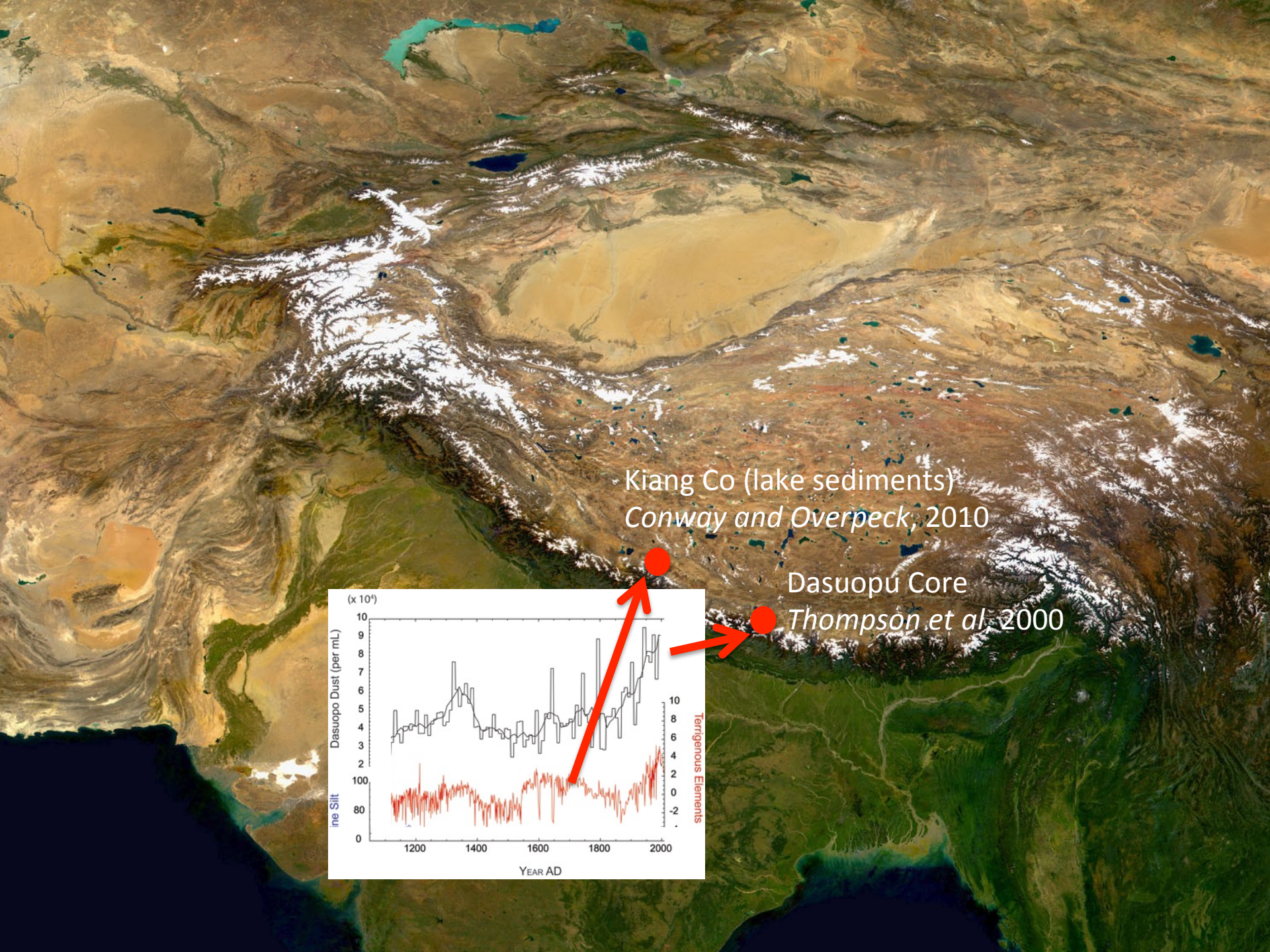
Indian Himalaya

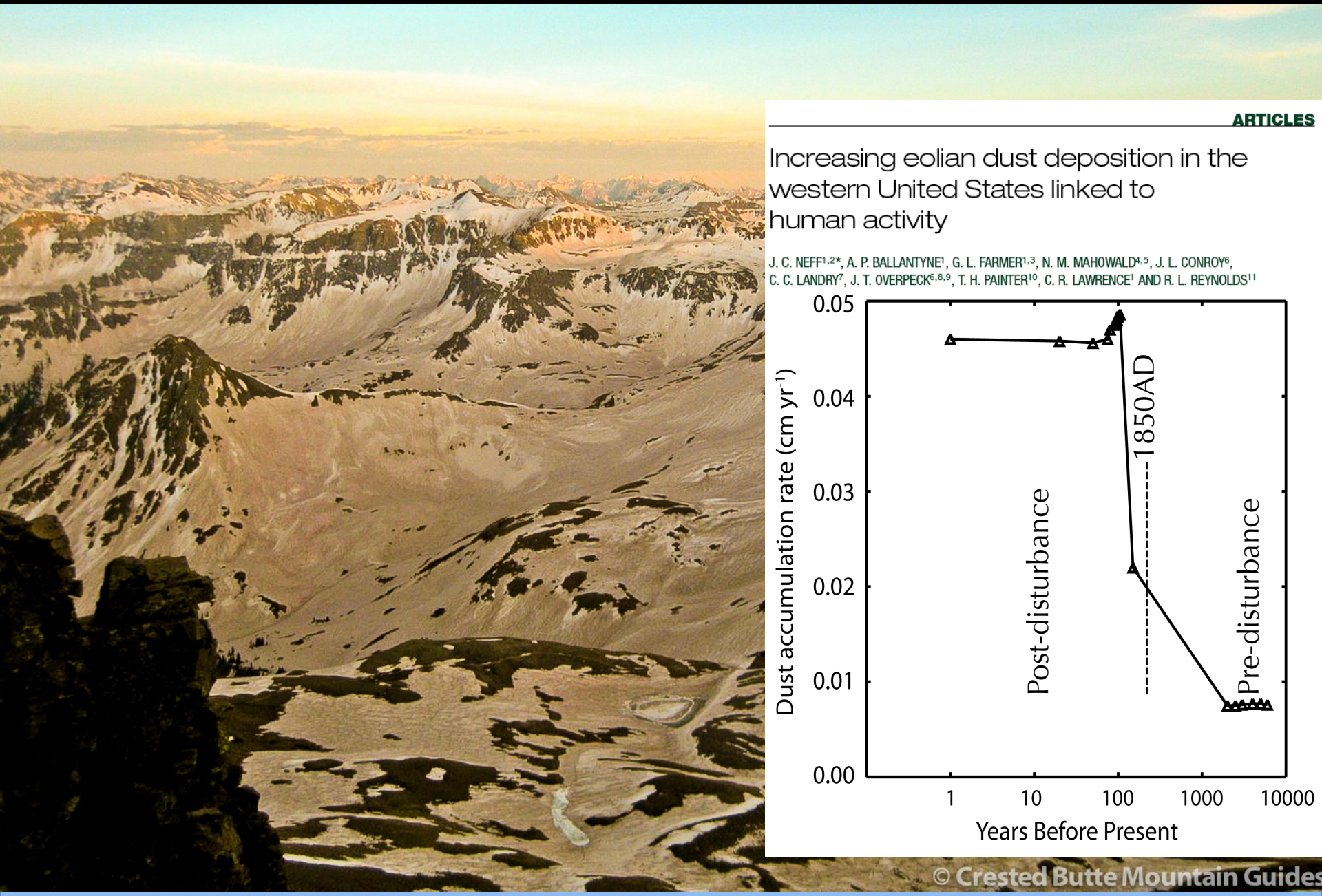


MODIS True Color Image

Tien Shan, Kazakhstan

Summit of Mera Peak, Nepal looking south/southwest May 2009 (photo: S. Kaspari).


Kiang Co (lake sediments)
Conway and Overpeck, 2010
Dasuopu Core
Thompson et al. 2000
(x 10⁴)
Dasuopo Dust (per mL)
ine Silt
Terrigenous Elements
Year AD
1200
1400
1600
1800
2000



Summit of Mt Sneffels, San Juan Mountains, Colorado May 2009.

CASE STUDY: THE MARTIAN WINTER OF 2009 IN THE UPPER COLORADO RIVER BASIN

Silverton, CO
April 3, 2009

The "Martian Winter" of 2009

Photo courtesy Chris Landry

Goodwin-Greene Hut
near Aspen
April 3, 2009

near Goodwin-Greene Hut
April 4, 2009
April 3
March 29
March 22

Senator Beck Basin: 3/22, 3/29, 4/3, 4/8, 4/15 layers – 2009

Below Treeline – April 22

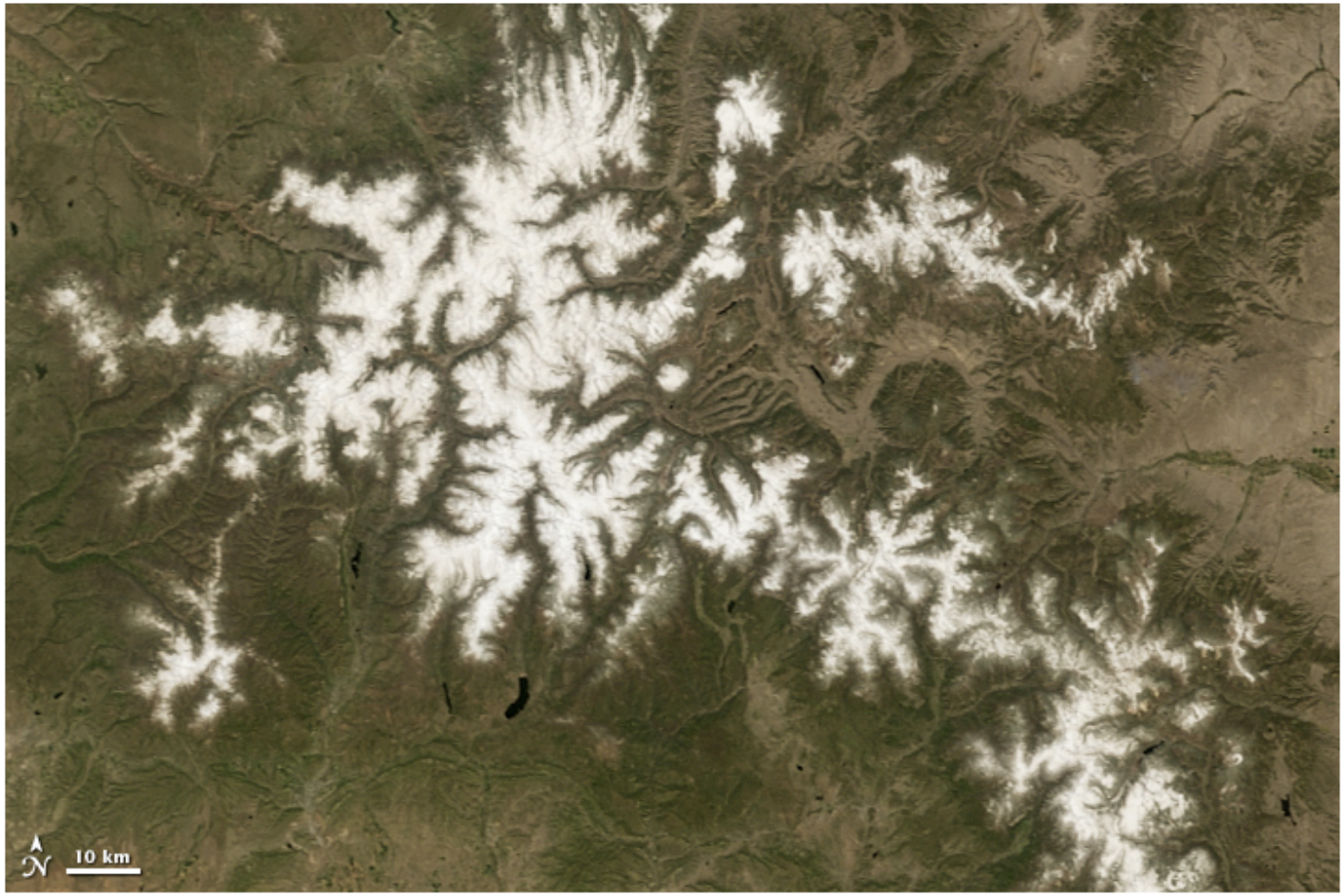
Above Treeline – April 24

Earth Observatory

Home Image of the Day Feature Articles News Natural Hazards Global Maps Blogs

Dust Accelerates Snow Melt in San Juan Mountains

Posted July 4, 2009



download large image (4 MB, JPEG)

acquired May 31, 2008

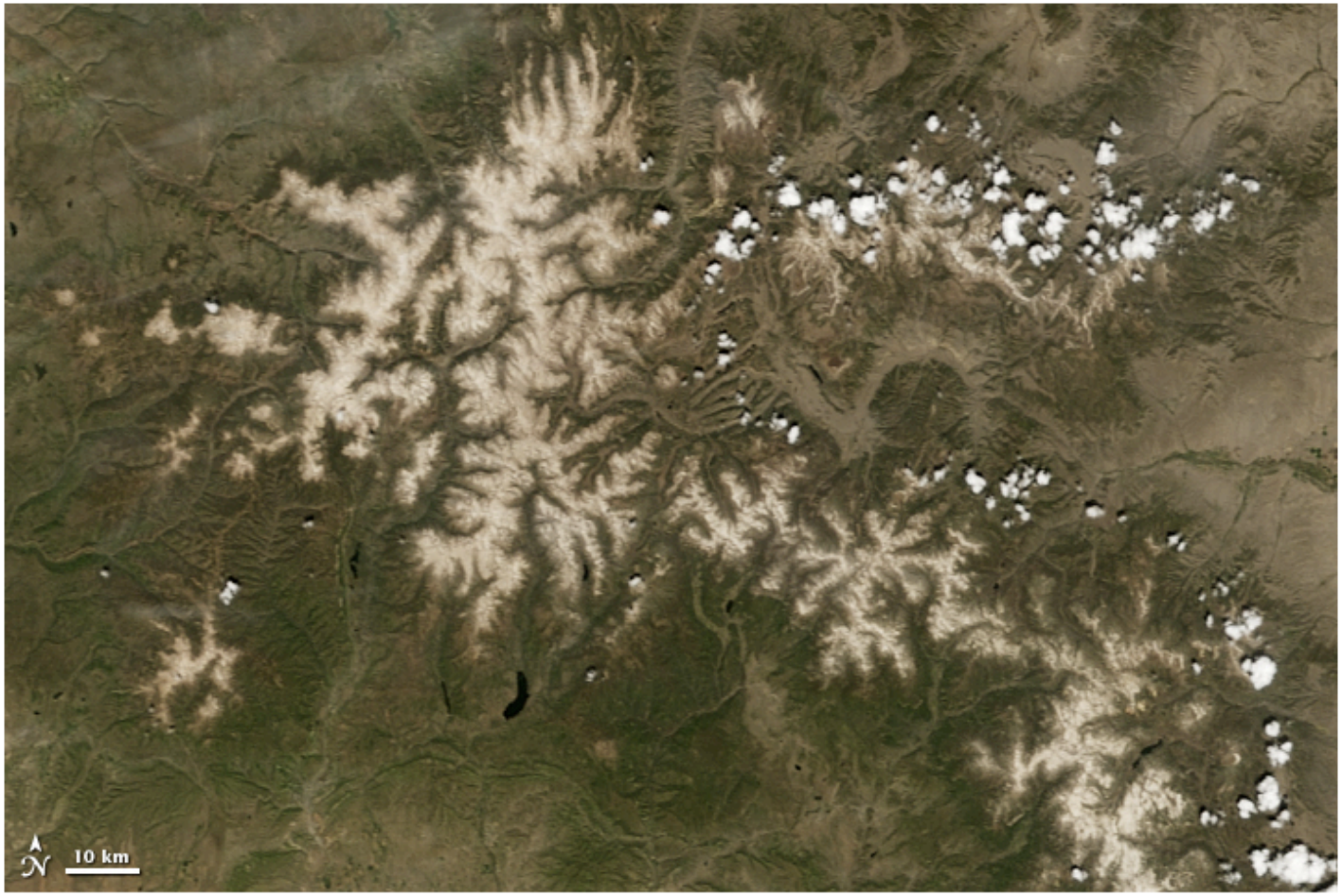
2008

Earth Observatory

Home Image of the Day Feature Articles News Natural Hazards Global Maps Blogs

Dust Accelerates Snow Melt in San Juan Mountains

Posted July 4, 2009



download large image (4 MB, JPEG)

acquired May 18, 2009

2009

Sunday
Los Angeles Times
$1.50 DESIGNATED AREAS HIGHER © 2009 322 PAGES WST MAY 24, 2009
latimes.com

Billboard backlash: Sign districts are in the spotlight as L.A. weighs new rules. **CALIFORNIA**

Well-paid bosses: Despite the economy, many CEOs in California got raises in 2008. **BUSINESS**

Fed up with terrorism or just biding their time?

Four Europeans say their training months. They endured disease, quarrels and boredom, huddling in cramped compounds that defied heroic images of camps full of fraternal warriors. [See Recruits, Page A34]

Snow turns to dust in the West

Arid storms have left a discoloring film in the southern Rockies that speeds melting. It may be a look at the future.

NICHOLAS RICCARDI
REPORTING FROM DENVER

A series of unusual spring dust storms has left the snow-capped mountains of western Colorado stained brown and red, even a bit pink. The dust is speeding up the runoff to rivers that supply millions of people with water and raising fears of an increasingly arid West.

Twelve dust storms barreled into the southern Rockies from the deserts of Arizona, Utah and New Mexico so far this year. In contrast, four storms hit the mountains all year long in 2003. Eight occurred in each of the last three years.

"This year's been really, really strong," said Jason Neff, a hydrologist at the University of Colorado-Boulder. "Something's been going on, and I don't think we're exactly sure what."

The storms leave a dark film on snow that melts it faster by hastening its absorption of the sun's energy. That, coupled with unseasonably warm temperatures, has sped up the runoff here, swelling rivers to near flood stage, threatening to make reservoirs overflow and

[See Snow, Page A12]

CHRIS VANKAT For The Times

SMALL AND SMALLER: Rancher Ali Petersen of Tekamah, Neb., joins her "babies" in the barn, both mini Herefords. The calf, just 8 hours old, is taking its first step.

Even the cattle are being downsized

As feed costs rise, some ranchers turn to 'minicows' that eat less but still yield plenty of milk and meat.

P.J. HUFFSTUTTER
REPORTING FROM TEKAMAH, NEB.

Walking through their lowing herd of several hundred cattle, Ali and Kenny Petersen were like two Gullivers on a Lilliputian roundup.

The half-sized cows barely reached Kenny's waist. The ranch's border collie stared eye-to-eye with wandering calves.

"Aren't they sweet?" asked Ali, 32, shooing Half-Pint, Buttercup and a dozen other cattle across a holding pen. "They're my babies, every little one of them."

The Petersens once raised normal-sized bovines on this stretch of Nebraska's rolling eastern grasslands, but with skyrocketing feed costs, the couple decided to downsize.

They bought minicows — compact cattle with stocky bodies, smaller frames and relatively tiny appetites.

Their miniature Herefords consume about half that of a full-sized cow yet produce 50% to 75% of the rib-eyes and fillets, according to researchers and budget-conscious farmers.

"We get more sirloin and less soup bone," Ali said. "People used to look at them and laugh. Now, they want to own them."

In the last few years, ranch-

[See Cows, Page A18]

longer as the economy has worsened, the Social Security system is reporting a major surge in early retirement claims that could have implications for the financial security of millions of baby boomers.

Since the current federal fiscal year began Oct. 1, claims have been running 25% ahead of last year, compared with the 15% increase that had been projected as the post-World War II generation reaches eligibility for early retirement, according to Stephen C. Goss, chief actuary for the Social Security Administration.

Many of the additional retirements are probably laid-off workers who are claiming Social Security early, despite reduced benefits, because they are under immediate financial pressure, Goss and other analysts believe.

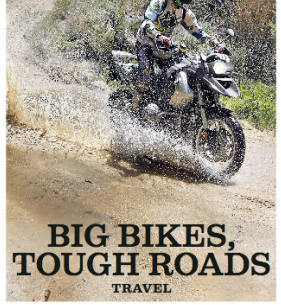
The numbers upend expectations that older Americans who sustained financial losses in the recession would work longer to rebuild their nest eggs. In a December poll sponsored by CareerBuilder, 60% of workers older than 60 said they planned to postpone retirement.

Goss said it remained unclear whether the uptick in retirements would accelerate or abate in the months ahead. But another wave of older workers may opt for early retirement when they exhaust unemployment benefits late this year or early in 2010, he noted.

The ramifications of the trend are profound for the new retirees, their families, the government and other social institutions that may be called upon to help support them.

On top of savings ravaged by the stock market decline and the loss of home equity, many retirees now must make do with Social Security benefits reduced by as much as 25% if they retire at age 62 in-

[See Retirement, Page A6]



BIG BIKES, TOUGH ROADS
TRAVEL

How Spike Lee did 'Right Thing'
As the film's 20th anniversary nears, the director and cast reflect on its making. CALENDAR, D1

Complete Index A2
Nation A3
For the Record A4
World A26
California A43-A47
Obituaries A50

Weather: Morning fog and clouds, then partial clearing. L.A. Downtown: 73/59, PAGE A53

7 85944 00150 3
Printed with soy inks on partially recycled paper.

Energies vertes en vogue
Les investissements mondiaux dans les énergies vertes ont dépassé en 2008 ceux effectués dans l'électricité issue d'énergies fossiles, atteignant le montant de 155 milliards de dollars (110 millions d'euros), selon un rapport du Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE).

19 000 cas de grippe A
Le virus A(H1N1) de la grippe a contaminé 19 273 personnes dans 66 pays et fait 117 morts, selon le bilan de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) publié mercredi 3 juin. La Bulgarie, l'Egypte, le Liban et le Nicaragua font leur entrée dans la liste des pays affectés par la maladie.

www.species.asu.edu
Le Top 10 des espèces découvertes en 2008, établi par l'International Institute for Species Exploration, souligne notre méconnaissance du monde vivant avec humour : on y trouve un palmier suicidaire, un hippocampe lilliputien, un insecte géant.

Un village s'empare du Grenelle de l'environnement

Les habitants de Verberie (Oise) dénoncent l'impact sur la biodiversité d'un projet de centrale électrique au gaz

Verberie (Oise)
Envoyée spéciale

Que vaut la tranquillité de quelques cerfs face à un projet de centrale électrique représentant un investissement de plus de 500 millions d'euros ? Il y a quelques années, il aurait été facile de répondre : pas grand-chose. Aujourd'hui, au nom du Grenelle de l'environnement, des citoyens ordinaires se mobilisent pour faire valoir des engagements qu'à leur manière ils ont pris leurs.

C'est ce qu'est en train d'apprendre à ses dépens Patrick Floury, le maire d'une petite commune de l'Oise, Verberie. Située dans la vallée de l'Automne, elle était jusqu'alors davantage réputée pour ses églises médiévales que pour l'indiscrétée de ses habitants.

Le projet a été révélé en septembre 2008. Direct Energie, jeune concurrent d'EDF depuis la libéralisation du marché de l'énergie, veut construire une centrale thermique au gaz d'une puissance de 800 mégawatts. Le site retenu : 30 hectares situés sur le plateau agricole du Valois, que le maire de Verberie consentirait à convertiren terrain industriel. L'usine, avec ses cheminées de 56 mètres de haut, occuperait environ sept hectares.

« *Nous savons que nous sommes dans un endroit particulier, mais les sites où une telle centrale peut s'implanter sont très limités* », reconnaît Xavier Caitucoli, PDG de Direct Energie, qui met en avant la propreté des centrales au gaz par rapport à celles à charbon, qu'elles sont censées remplacer dans le cadre du programme des infrastructures énergétiques annoncé par le ministre de l'écologie, Jean-Louis Borloo, mercredi 3 juin.

L'endroit est, en effet, « *particulier* » : il se trouve à la frontière du parc naturel régional de l'Oise, créé pour préserver d'importants massifs forestiers, et d'une zone classée Natura 2000 au niveau européen. Surtout, et c'est là tout l'objet de la discorde, il abrite l'un des derniers corridors écologiques

Le site choisi pour construire la centrale abrite l'un des derniers corridors écologiques de l'Oise

de l'Oise, qui permettent à la grande faune, ici cervidés et sangliers, de se déplacer d'un massif forestier à un autre. Ces biocorridors sont un des maillons indispensables pour préserver la biodiversité.

A Saint-Vaast-de-Longmont, tout près de Verberie, David Long a été parmi les premiers à réagir, en créant l'association Pas de centrale ! Puis ont suivi Verberie et cinq autres villages, qui ont monté leurs propres associations. Celles-ci comptent au total près de 900 adhérents. Le Regroupement des organismes de sauvegarde de l'Oise (ROSO), rassemblant 70 associations locales, les soutient.

« *Ce projet industriel risque d'en entraîner un autre, et il va défigurer nos paysages. Cela va à contre-courant du Grenelle* », déplore Philippe Billebault, chef d'entreprise et président de l'association Vivre et agir à Verberie. Il vient de remettre à Patrick Floury une pétition réclamant l'organisation d'un référendum, signée par 902 habitants inscrits sur les listes électorales – soit un des maillons indispensables pour préserver la biodiversité par le maire lors des élections municipales de 2008.

« *Ce projet, c'est 80 emplois et plusieurs millions de recettes fiscales par an. Il n'aura pas d'impact sur l'environnement, et seul un avis contraire du ministère de la santé pourrait me faire changer d'avis* », riposte M. Floury.

Dans les dossiers délicats, l'administration, qui est décisionnaire, a coutume de solliciter l'avis du conseil scientifique régional du patrimoine naturel, composé de professionnels ou de naturalistes amateurs réputés pour leur connaissance des écosystèmes locaux. Dans le cas présent, le conseil de Picardie a été saisi deux fois. En novembre 2008 puis en mai 2009, quand il a de nouveau rendu un avis défavorable, malgré les aménagements introduits par Direct Energie, consistant à bâtir l'usine non plus à 100 m mais à 300 m du biocorridor. C'est pourtant un membre du conseil scientifique, Vincent Vignon, par ailleurs directeur de l'Office de gestion écologique, l'entreprise chargée par Direct Energie de réaliser l'étude d'impact environnemental du projet, qui avait plaidé le dossier.

Le conseil n'entend pas en rester là. « *Nous avons décidé de nous autosaisir, comme nous y autorise la loi, afin d'envoyer un message fort à l'administration et aux élus,* explique Xavier Commecy, son président. *Le Grenelle c'est fixé pour objectif de recréer une trame verte à l'échelle du pays. Il va falloir rétablir de nombreux biocorridors et dépenser beaucoup d'argent pour cela. Il serait aberrant de mettre en péril le passage de Verberie* », explique-t-il. Le préfet de l'Oise devrait rendre sa décision d'ici à quelques semaines. ■

Laurence Caramel

Les centrales électriques au gaz, priorité d'ici 2020

Centrales thermiques Celles fonctionnant au gaz naturel sont surtout destinées à assurer l'approvisionnement au moment des pics de consommation. Elles doivent être construites près d'un cours d'eau, pour refroidir les turbines, d'un gazoduc et d'une ligne d'électricité à haute tension.

Gaz carbonique Moins émettrices que les centrales à charbon, les centrales thermiques au gaz restent, à l'horizon 2020, une des options majeures du gouvernement pour assurer l'approvisionnement énergétique du pays.

Jean-Louis Borloo annonce « une triple révolution énergétique »

ECONOMIES d'énergie, énergies renouvelables, maintien du parc nucléaire : le ministre de l'écologie, Jean-Louis Borloo, a présenté et triptyque comme la nouvelle politique énergétique de la France, à l'occasion de la publication de la programmation pluriannuelle des investissements (PPI), le mercredi 3 juin. « *Nous entrons dans une triple révolution énergétique, a-t-il déclaré, par l'organisation d'une décroissance inédite de la consommation, par l'évolution du "mix" énergétique vers les énergies renouvelables, qui représentent 23 % de notre production en 2020, et par la réduction des émissions de gaz à effet de serre de plus de 20 % d'ici à 2020.* »

Le ministre a aussi indiqué qu'« *il n'y avait pas de nécessité* » à un troisième réacteur nucléaire EPR – après ceux de Flamanville (Manche), en construction, et de Penly (Seine-Maritime), annoncé par Nicolas Sarkozy – du fait que la consommation d'électricité devrait rester stable dans les dix prochaines années.

« *La révolution énergétique française, c'est économies d'énergie, économies d'énergie, économies d'énergie, et développement très puissant des énergies renouvelables* », a martelé Jean-Louis Borloo, qui estime que la consommation d'énergie passerait de 177 millions de tonnes équivalent pétrole (Mtep) en 2005 à 167 Mtep en 2020. Cette diminution de 6 % serait surtout due aux mesures d'efficacité énergétique dans le bâtiment mises en place à la suite du Grenelle de l'environnement.

Les énergies renouvelables devraient continuer à se développer : éolien (3 400 mégawatts aujourd'hui, avec un objectif de 25 000 pour 2020), solaire (5 500 MW en 2020) – « *On n'avait pas prévu le délire actuel : il y a chaque mois plus de 5 000 demandes de raccordement d'installations solaires au réseau* », affirme le ministre –, bois, géothermie, biogaz, énergies marines... Bois et biomasse devraient en représenter une part importante, de l'ordre de 15 Mtep en 2020, surtout dans la production de chaleur.

Mais le PPI prévoit aussi que si les centrales thermiques au charbon les plus polluantes devront fermer, près de vingt centrales à gaz pourraient être construites, tandis que des terminaux méthaniers seraient installés.

Le ministre n'a pas su évaluer le coût global d'investissement représenté par l'ensemble des objectifs du PPI. Il a aussi reconnu qu'il y avait un « *problème d'acceptabilité* » des nombreux projets : centrales thermiques, terminaux méthaniers, parcs éoliens soulèvent souvent une opposition locale forte, au nom de l'atteinte aux paysages ou de la pollution générée. ■

Hervé Kempf

La fonte accélérée des neiges de l'Ouest américain inquiète les agriculteurs

Le phénomène, provoqué par des tempêtes de poussière, menace l'irrigation des cultures

Los Angeles
Correspondance

Depuis ce printemps, la neige qui recouvre les montagnes Rocheuses a pris la couleur ocre de la poussière et du sable balayés par les tempêtes de vent des plaines désertiques voisines de l'Arizona, de l'Utah et du Nouveau-Mexique... De loin, les images de cimes neigeuses virant au rose sont saisissantes, mais pas vraiment du goût des skieurs.

Pour plaire à leur clientèle, certaines stations de ski du Colorado doivent désormais recouvrir leurs pistes « sales » avec de la neige artificielle. Et les agriculteurs, dont l'alimentation en eau dépend de la fonte progressive des neiges, s'inquiètent : la poussière qui s'est déposée sur la couche de neige et de glace en accélère la fonte, éclaircissant le rayonnement du soleil réfléchi que la couche de poussière ne peut absorber. L'énergie solaire, emmagasinée dans la neige, fait alors fondre les neiges plus vite et plus tôt. Ainsi, les neiges du Colorado, qui atteignent jusqu'au 15 mai, sont en moyenne plus minces, et leur fonte s'est terminée vers le 10 avril pour une neige qui tient habituellement jusqu'au 15 mai. Certains sommets, normalement blancs à la mi-mai, sont totalement dénudés.

Ce phénomène a provisoirement saturé les réserves en eau, mais les agriculteurs et les éleveurs craignent d'en manquer avant la fin de saison cet été – pour contrecoup – les cours d'eau risquent de se trouver à sec bien avant les récoltes d'été. Ce bouleversement du calendrier de la fonte des neiges pourrait donc accélérer la sécheresse observée actuellement dans l'Ouest américain.

Douze « bols de poussière »

Les tempêtes de poussière sont un phénomène climatique courant dans les plaines arides de l'Ouest, qui leur a valu le surnom de *dust bowl* (« bol de poussière ») depuis les années 1930. On avait enregistré à l'époque un pic de pollution atmosphérique dû à la poussière, phénomène alors attribué à l'érosion des terres par une exploitation agricole excessive et immortalisé par John Steinbeck dans *Les Raisins de la colère*.

Cette année, douze tempêtes de poussière ont soufflé dans la région, qui avait enregistré une moyenne annuelle de huit tempêtes les cinq années précédentes, mais seulement trois en 2003. « *Le phénomène est très fort cette année*, constate Jason Neff, géologue à l'université de Colorado, à Boulder. *Il se passe quelque chose, mais nous ne savons pas exactement quoi ! L'étude de l'impact des tempêtes de poussière sur l'environnement est récente.* »

Des dépôts de poussière aux effets comparables sur le cycle de l'eau ont été observés récemment en Asie, sur les sommets de l'Himalaya, et en Afrique, sur le Kilimandjaro.

Certains experts de l'US Geological Survey estiment que le réchauffement climatique pourrait aggraver l'aridité et l'érosion des sols, et que l'Ouest américain pourrait connaître, d'ici à 2050, un nouveau phénomène de *dust bowl*, d'une amplitude similaire à celle des années de la Grande Dépression. Cette région, normalement désertique et aride, sort d'un cycle de cinquante années anormalement humides. ■

Claudine Mulard

La couche de poussière ocre déposée sur les neiges des montagnes Rocheuses, dans le Colorado, absorbe l'énergie solaire et entraîne une fonte rapide et prématurée. MCKENZIE SKILES

Forêts Bruxelles donne son feu vert au plan d'aide français à la filière bois

La Commission européenne a autorisé, mercredi 3 juin à Bruxelles, une enveloppe de 791 millions d'euros d'aides prévues par la France en faveur des professionnels du bois victimes de la tempête Klaus du 24 janvier, notamment dans le massif des Landes, particulièrement touché.

Le plan du gouvernement français, jugé insuffisant par les sylviculteurs, prévoit, entre autres, une aide au nettoyage et à la reconstitution des forêts sinistrées pour 415 millions d'euros, un soutien au transport et au stockage du bois (364 millions) et une aide à la réouverture des routes et des pistes forestières (6 millions d'euros).

La semaine dernière, José Manuel Barroso, le président de la Commission européenne, avait par ailleurs annoncé le déblocage de 109,4 millions d'euros prélevés sur un Fonds européen de solidarité actionné en cas de catastrophe naturelle. – *(Corresp.)*

VENTES AUX ENCHÈRES PUBLIQUES OSP
T: 01 49 04 01 85, F: 01 43 33 51 36, annonces@osp.fr
75
Vente aux Enchères Publiques, au Palais de Justice de Paris, 4 bd du Palais
le jeudi 9 juillet 2009 à 14h30
Local d'habitation à Paris 15ème
30 bis 34, avenue de Suffren
de 42,50 m², 8ème, 1, comprenant au Rez : séjour, en mezzanine : salle à manger, cuisine, au 1er étage : chambre, salle de bains avec w.c.
Cas 3 niveaux communiquant par un escalier particulier - Avec Jardin
Mise à Prix : 160.000 €
S'adresser à Maître Alain Léopold STABAT, Avocat à Paris 8ème
40, rue de Monceau, Tél. : 01.45.63.55.55 - Au Greffe du Juge de l'Exécution (Greffe des Ventes) du TGI de Paris (Tél. 01.44.32.50.50),
où le cahier des conditions de vente n° 09/00079 peut être consulté
Visite sur place le Jeudi 25 juin 2009 de 11h à 12h

DUST SOURCES

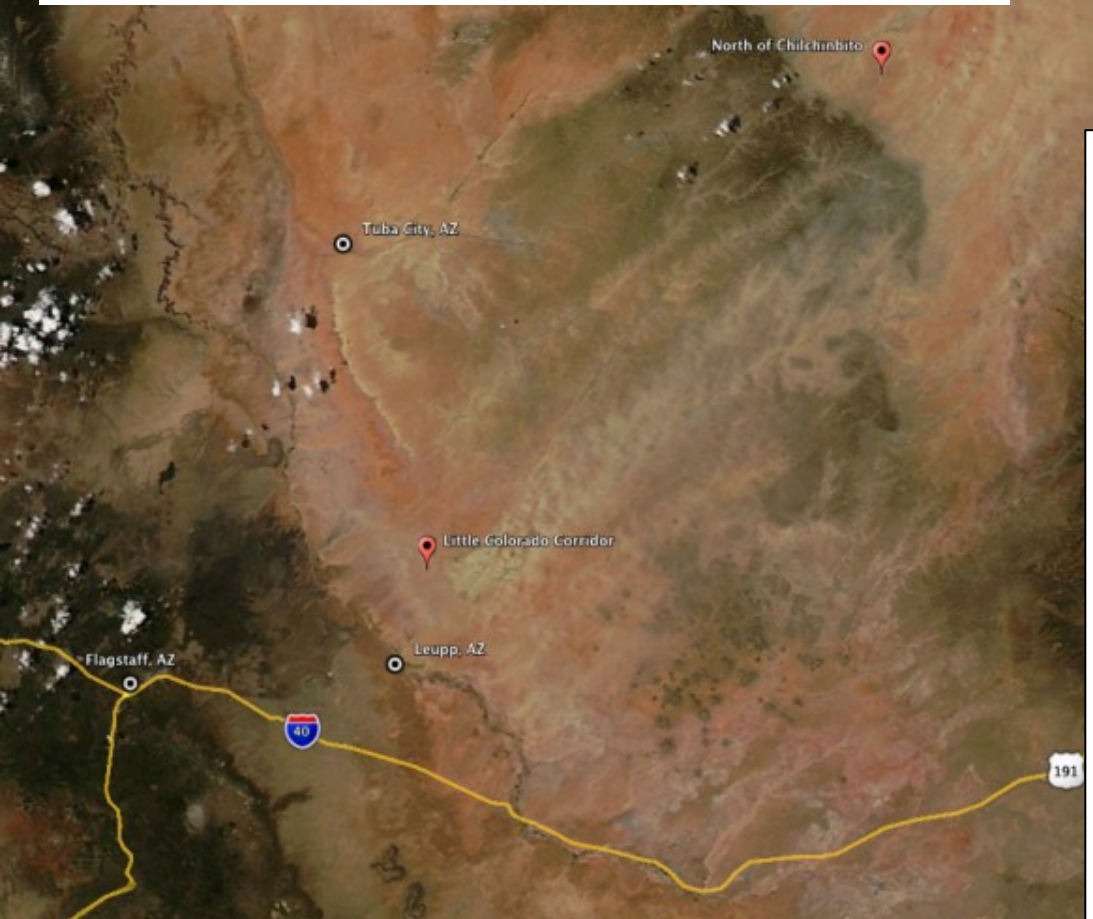
Dust Sources Are Regional

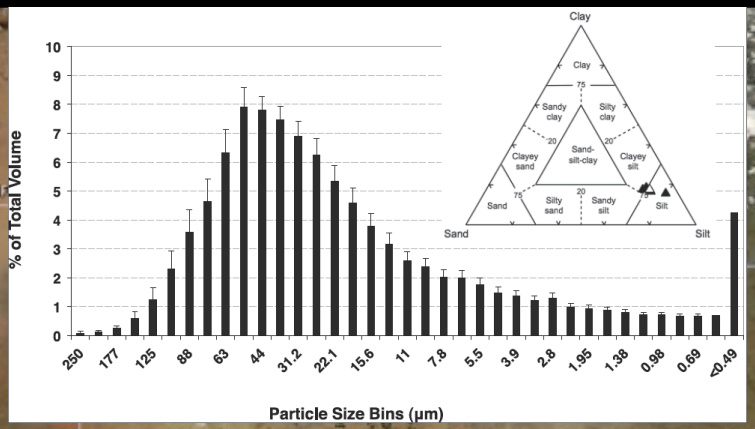
JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 115, G03007, doi:10.1029/2009JG001077, 2010

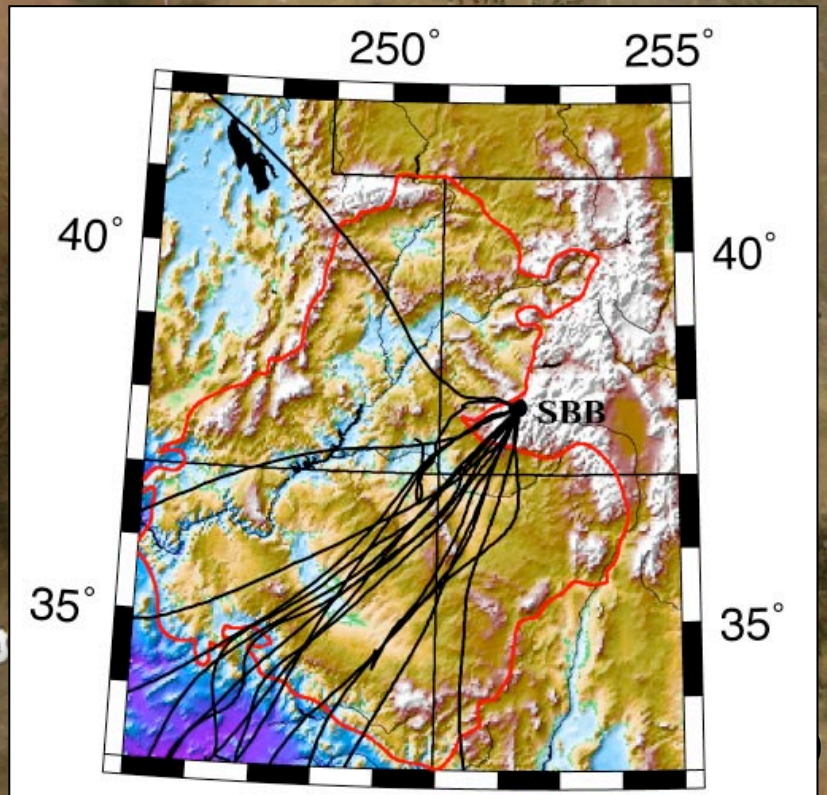
Click Here for Full Article

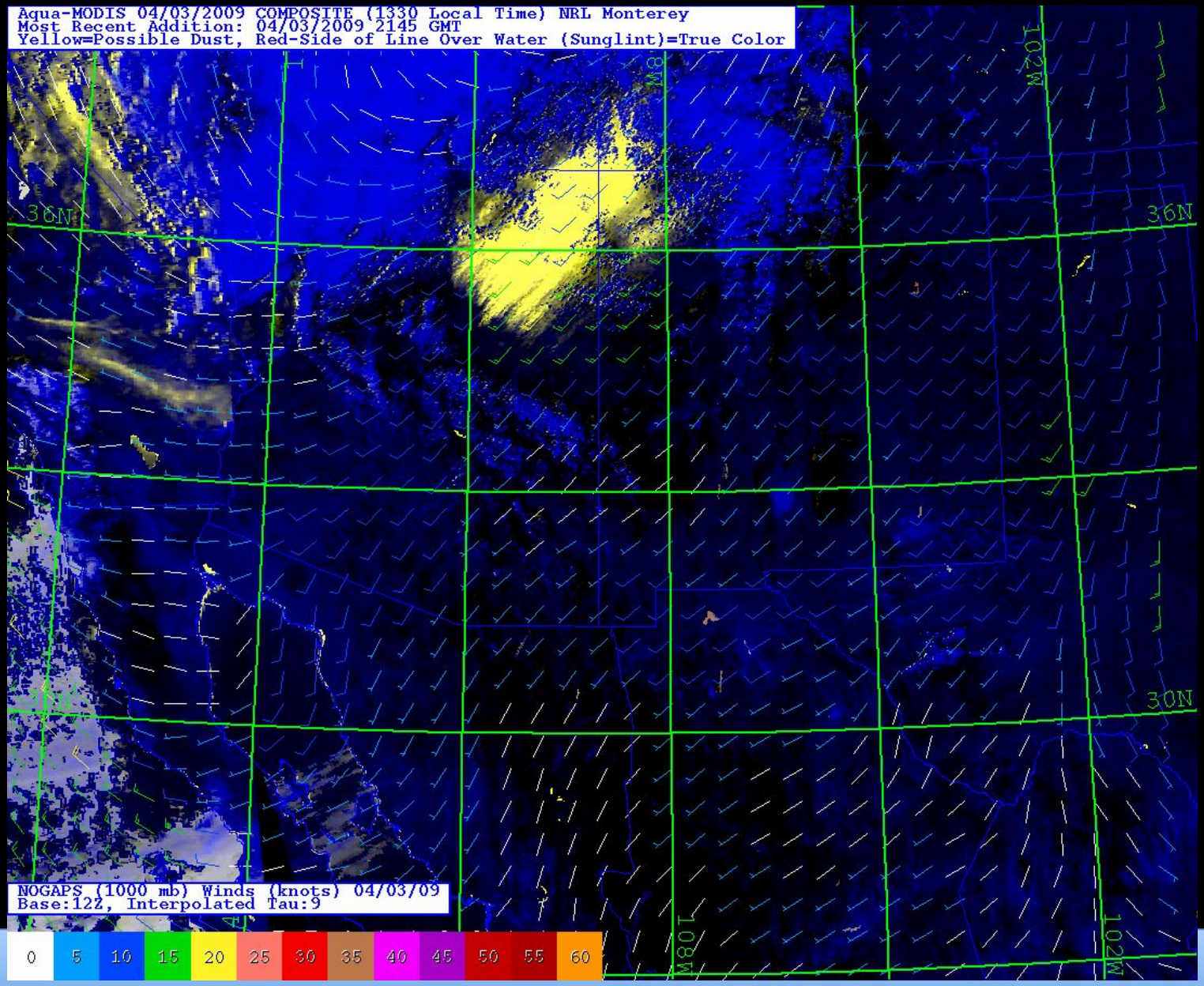
Contemporary geochemical composition and flux of aeolian dust to the San Juan Mountains, Colorado, United States

Corey R. Lawrence,[1,2] T. H. Painter,[3,4] C. C. Landry,[5] and J. C. Neff[1,6]

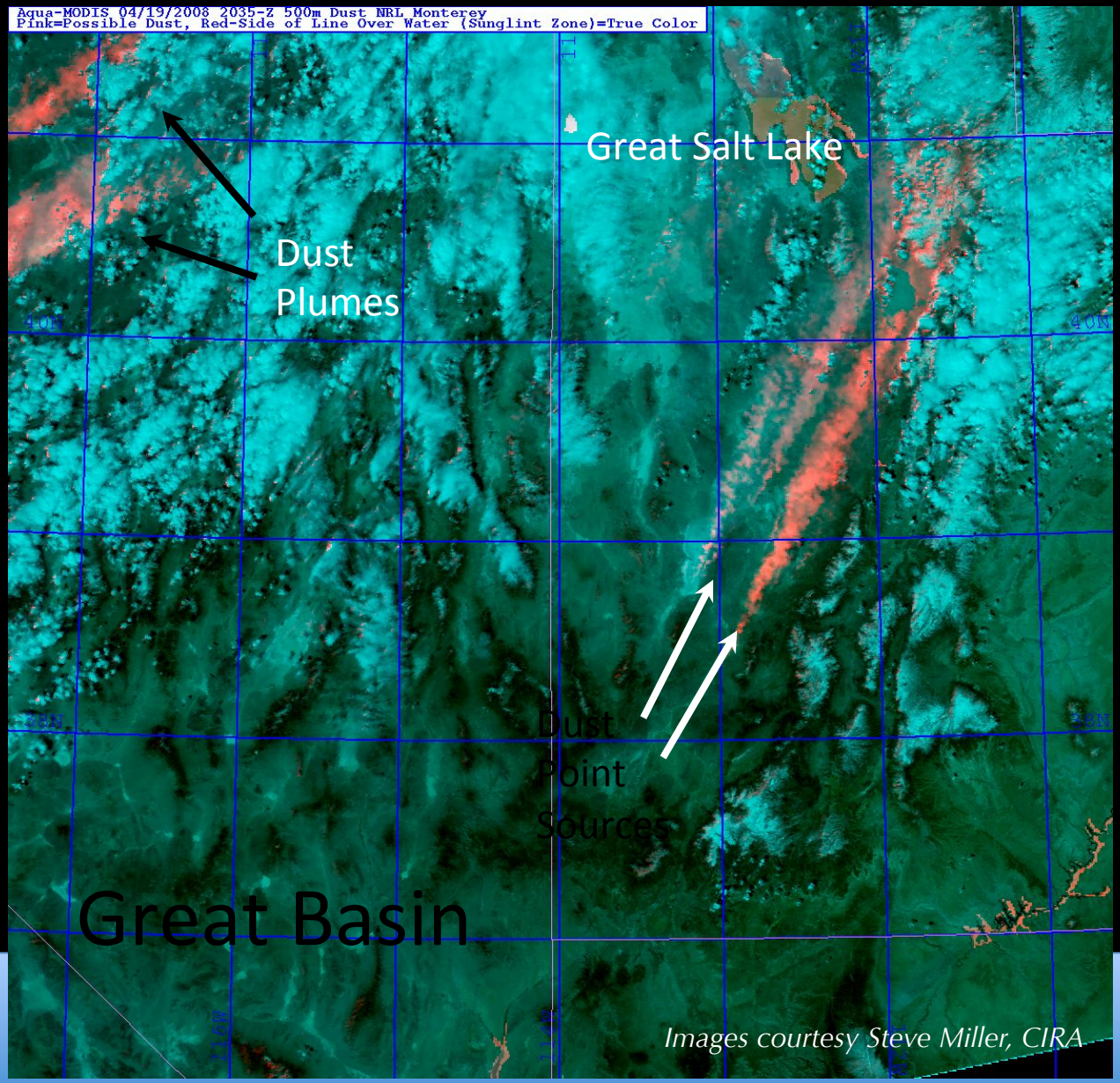






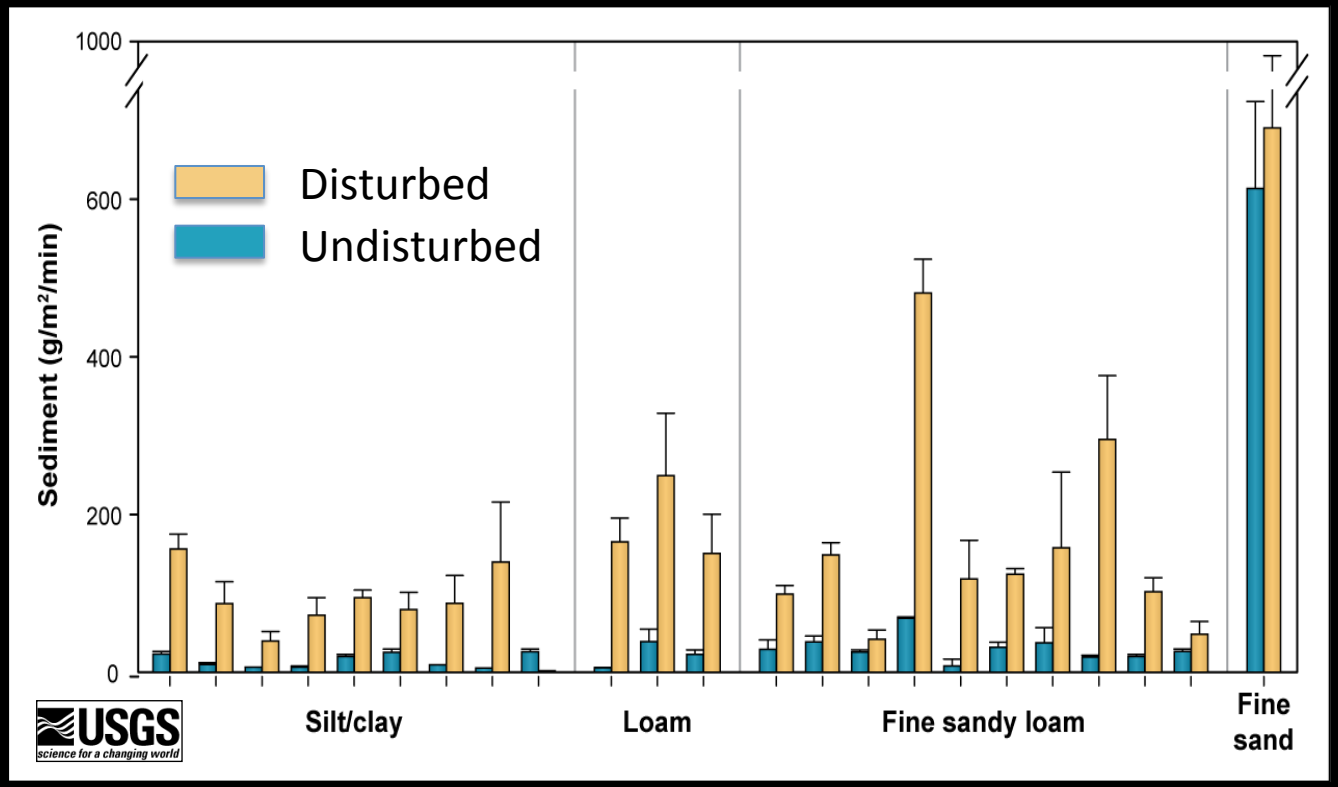

Aqua-MODIS 04/03/2009 COMPOSITE (1330 Local Time) NRL Monterey
Most Recent Addition: 04/03/2009 2145 GMT
Yellow=Possible Dust, Red-Side of Line Over Water (Sunglint)=True Color
36N
36N
30N
108W
102W
NOGAPS (1000 mb) Winds (knots) 04/03/09
Base:12Z, Interpolated Tau:9
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60

Dust Sources Are Regional



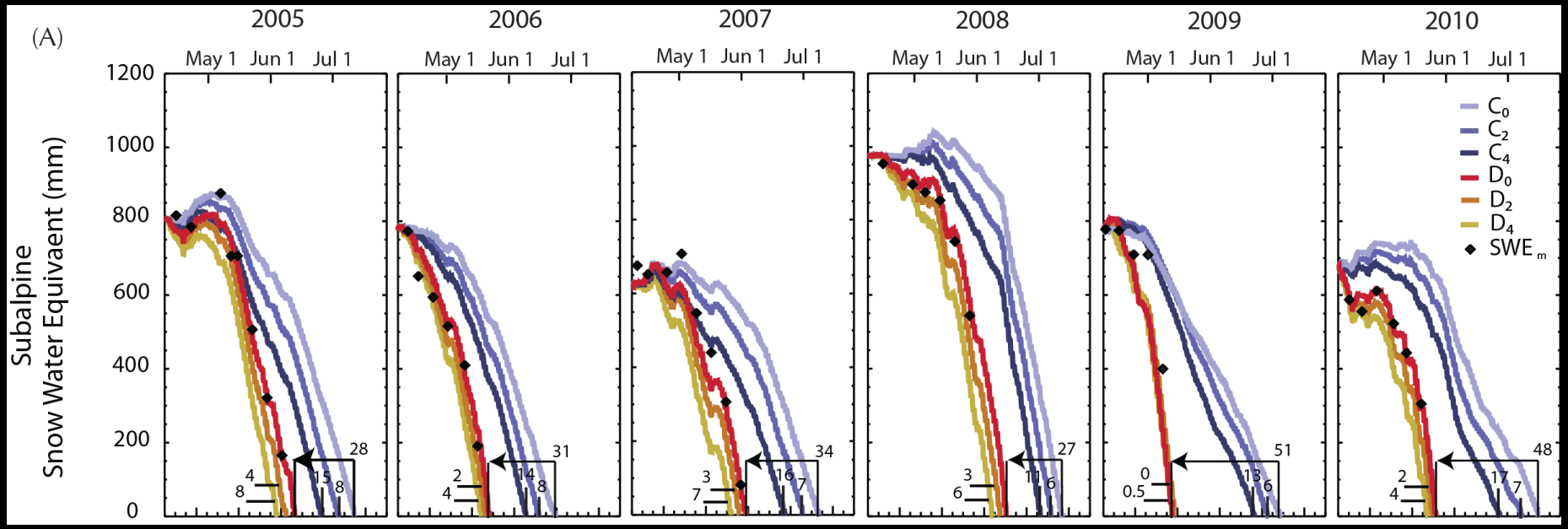
Images courtesy Steve Miller, CIRA

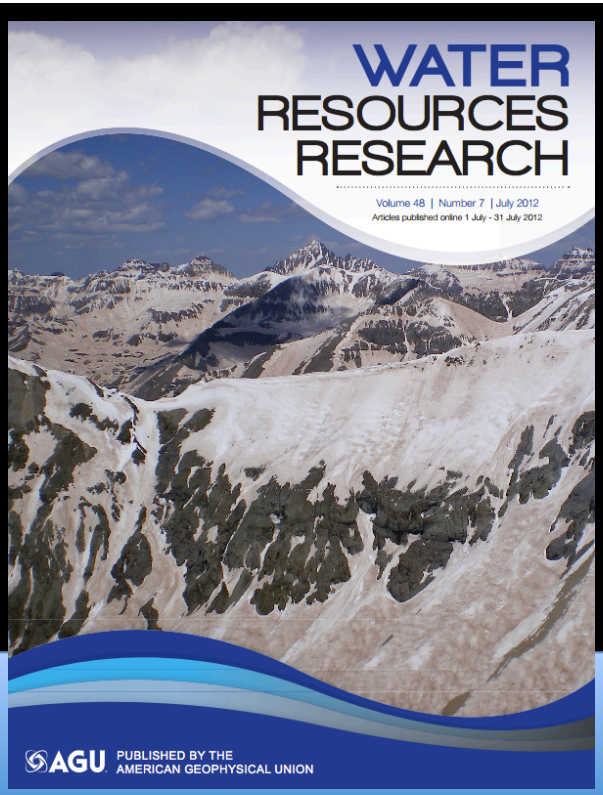
Crust disturbance is the key

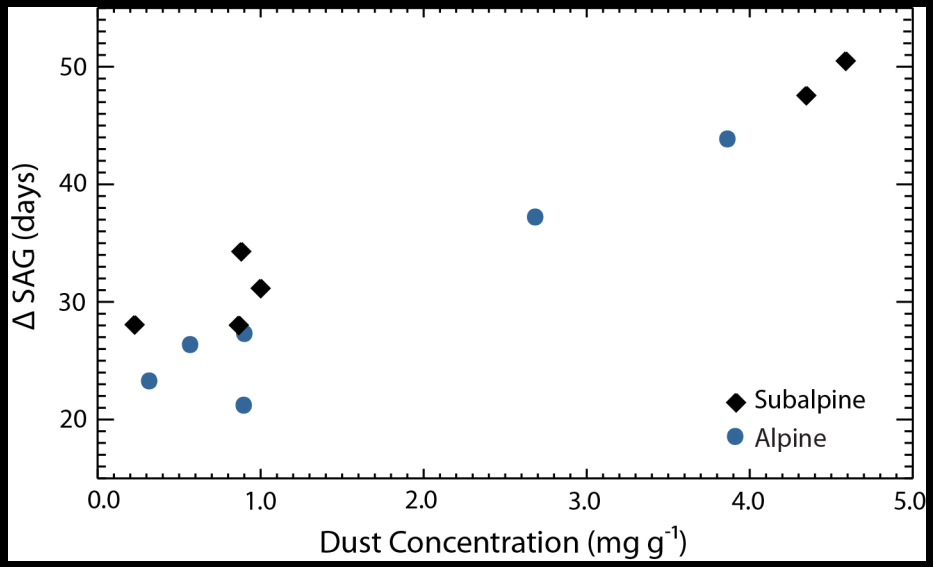


- Desert surfaces are commonly armored by crusts
- Most surfaces have very low dust emissions until crusts are disturbed
- When disturbed, sediment production increases by up to 550 times

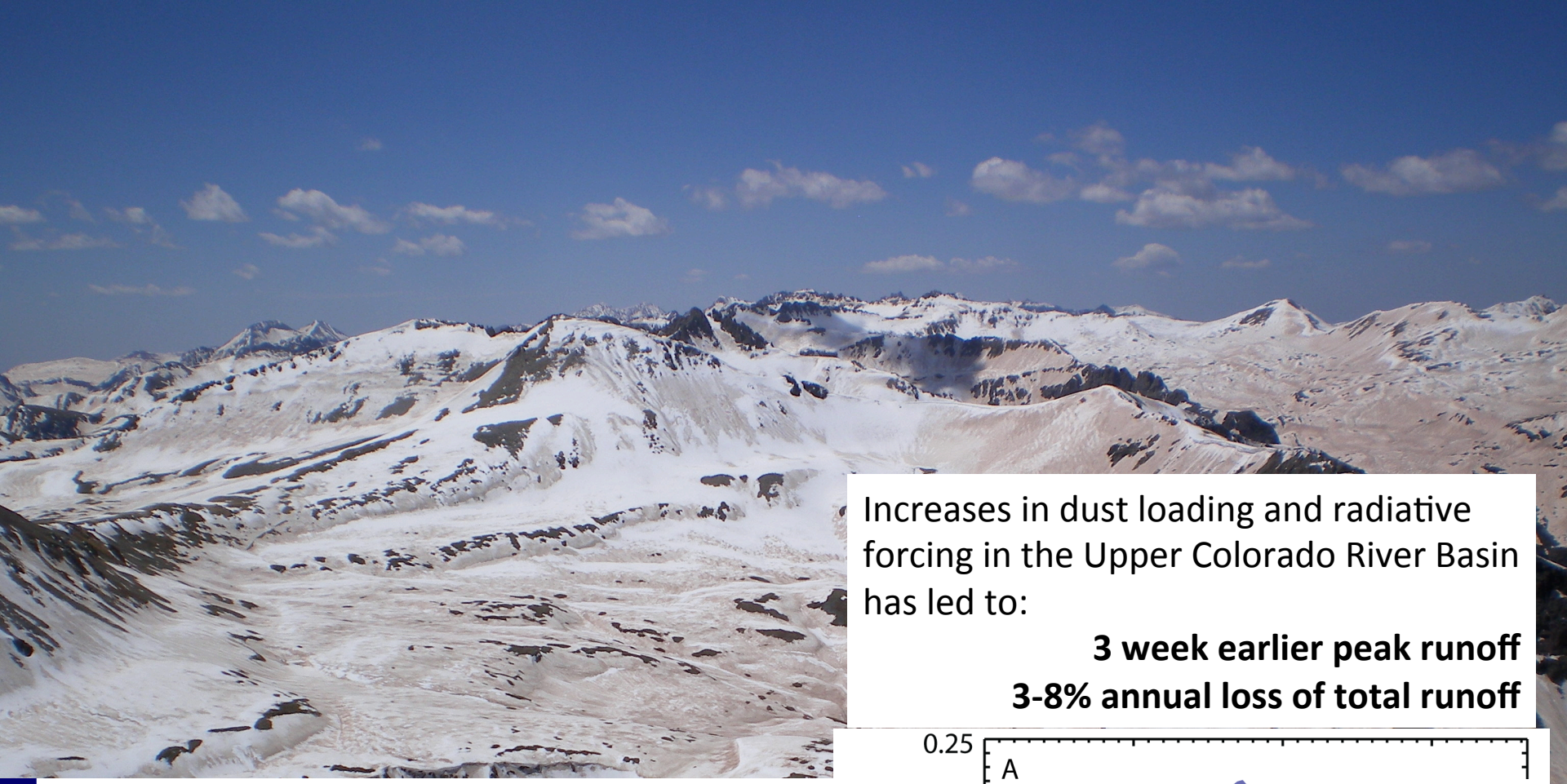
Courtesy Jayne Belnap (USGS)







Skiles et al 2012 WRR



Increases in dust loading and radiative forcing in the Upper Colorado River Basin has led to:

3 week earlier peak runoff

3-8% annual loss of total runoff

PNAS

Response of Colorado River runoff to dust radiative forcing in snow

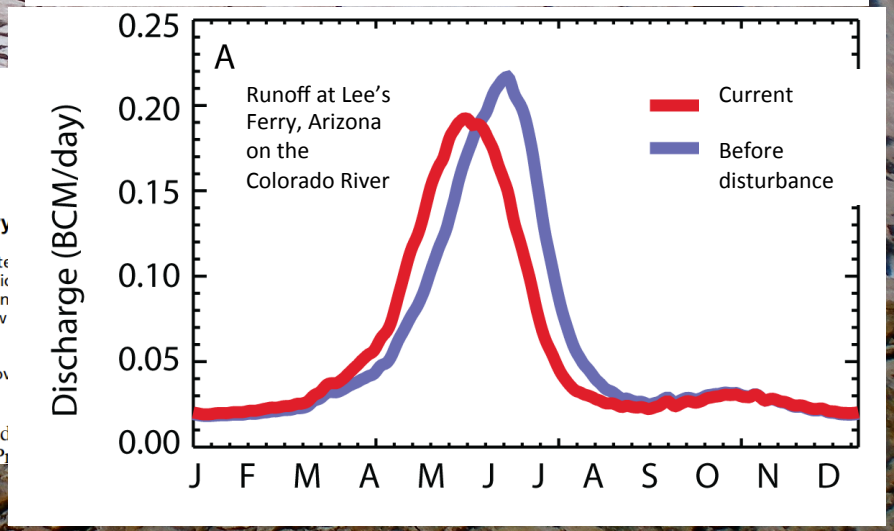
Thomas H. Painter[a,b,1], Jeffrey S. Deems[c,d], Jayne Belnap[e], Alan F. Hamlet[f], Christopher C. Landry

[a]Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena, CA 91109; [b]Joint Institute for Regional Earth Syste University of California, Los Angeles, CA 90095; [c]National Snow and Ice Data Center, Boulder, CO 80309; [d]National Oceanic Administration Western Water Assessment, Boulder, CO 80309; [e]United States Geological Survey, Southwest Biological Cen [f]University of Washington, Department of Civil and Environmental Engineering, Seattle, WA 98195; and [g]Center for Snow Silverton, CO 81433

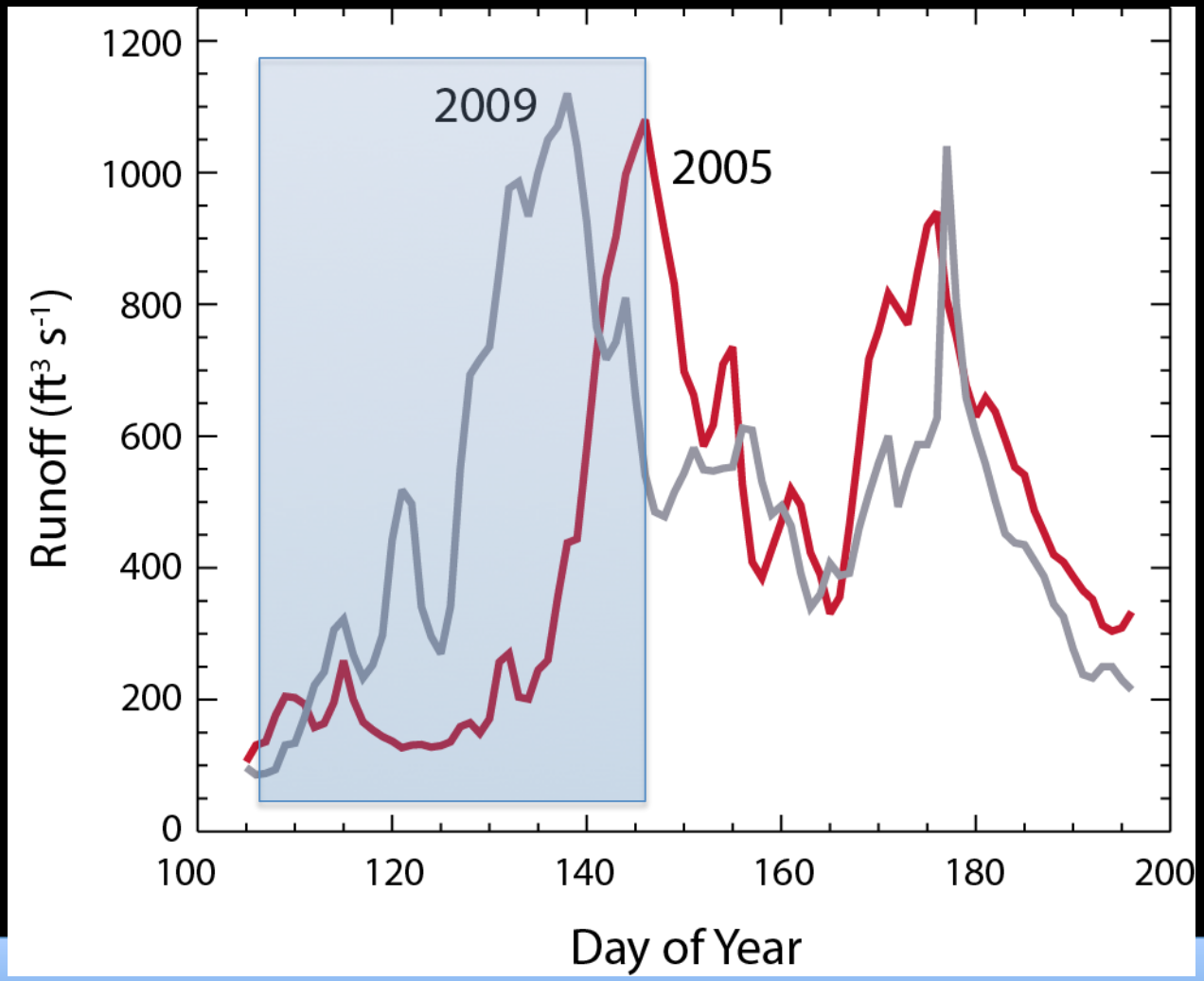
Edited by Peter H. Gleick, Pacific Institute for Studies in Development, Environment, and Security, Oakland, CA, and approv review November 12, 2009)

The waters of the Colorado River serve 27 million people in seven states and two countries but are overallocated by more than 10%

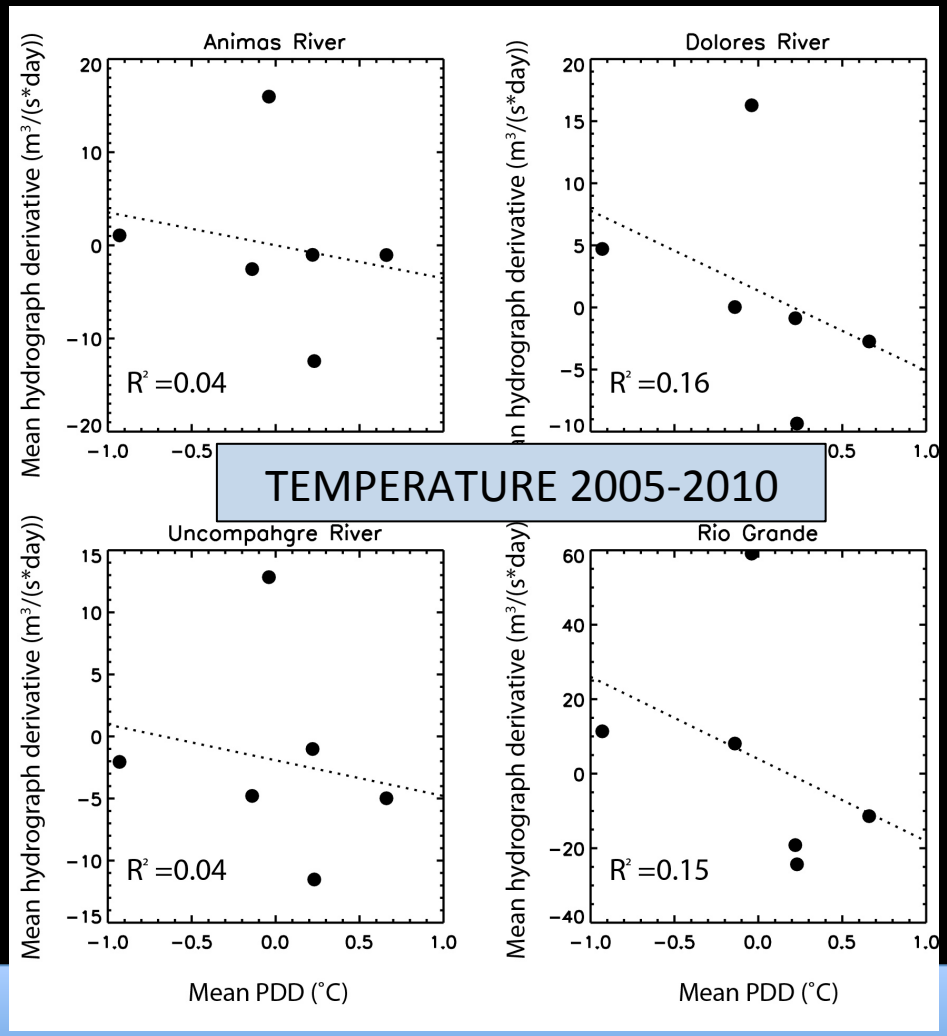
through dust's direct absorption and accelerated snow metamorphism. Pr

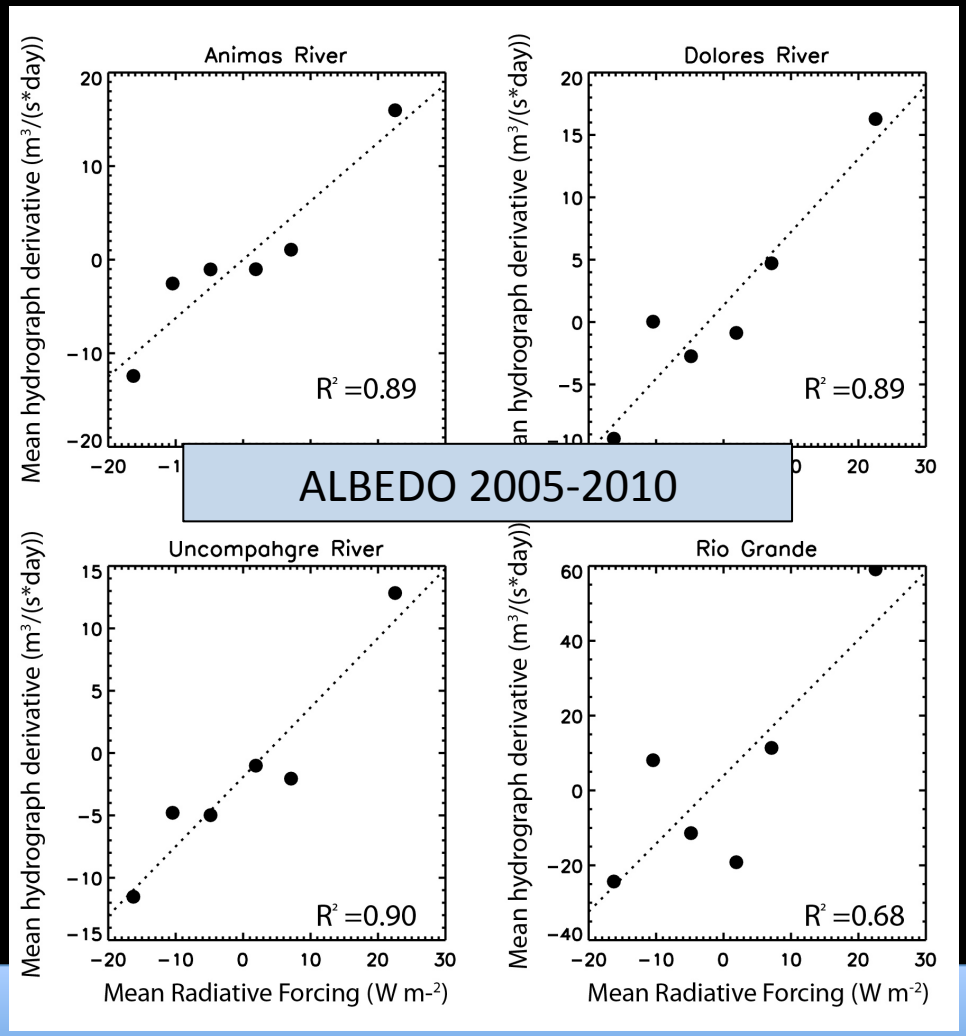


Controls on the interannual variability of the snowmelt runoff hydrograph?



Steepness of rising limb





Painter et al (in preparation)

Satellites providing Snow Products

Satellite	Sensors	Quantities
Terra	MODerate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) 500 m spatial resolution ~daily temporal resolution	• Snow covered area • Snow albedo • Snow grain size • **Dust/BC radiative forcing**
Aqua	MODerate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) 500 m spatial resolution ~daily temporal resolution	• Snow covered area • Snow albedo • Snow grain size • **Dust/BC radiative forcing**
NPOESS Preparatory Project (NPP) - Suomi	Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) 750m spatial resolution ~daily temporal resolution	• Snow covered area • Snow albedo • Snow grain size • **Dust/BC radiative forcing**
Landsat Data Continuity Mission (LDCM) (launch February 2013)	Operational Land Imager (OLI) 30 m spatial resolution 16-day temporal resolution	• Snow covered area • Snow albedo • Snow grain size • **Dust/BC radiative forcing**

MODIS DUST RADIATIVE FORCING IN SNOW (MODDRFS) MODEL

How well do we know the radiative forcings and impact on snowmelt runoff?

GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 39, L17502, doi:10.1029/2012GL052457, 2012

Radiative forcing by light absorbing impurities in snow from MODIS surface reflectance data

Thomas H. Painter,[1] Ann C. Bryant,[2] and S. McKenzie Skiles[3]

Received 18 June 2012; revised 18 July 2012; accepted 23 July 2012; published 11 September 2012.

MODDRFS

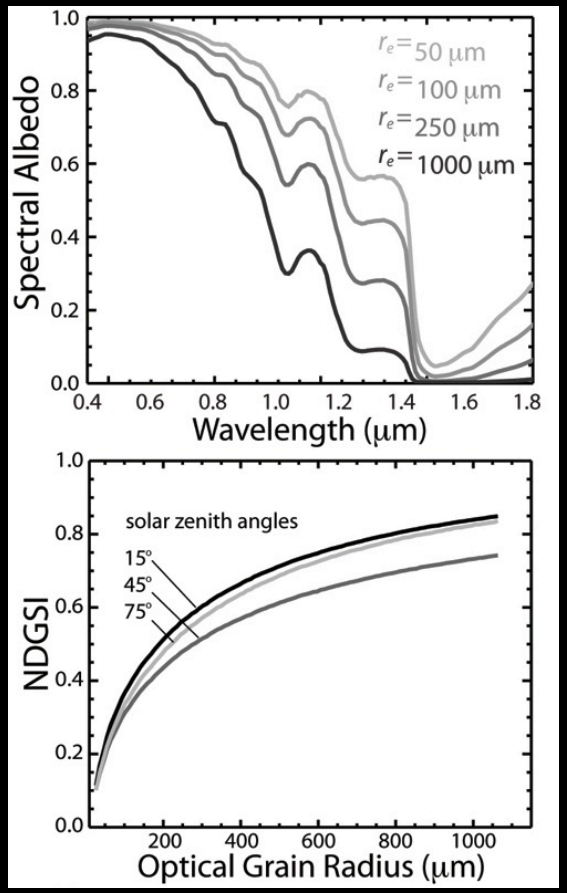
$$NDGSI = \left(\frac{MODIS_2 - MODIS_5}{MODIS_2 + MODIS_5}\right)$$

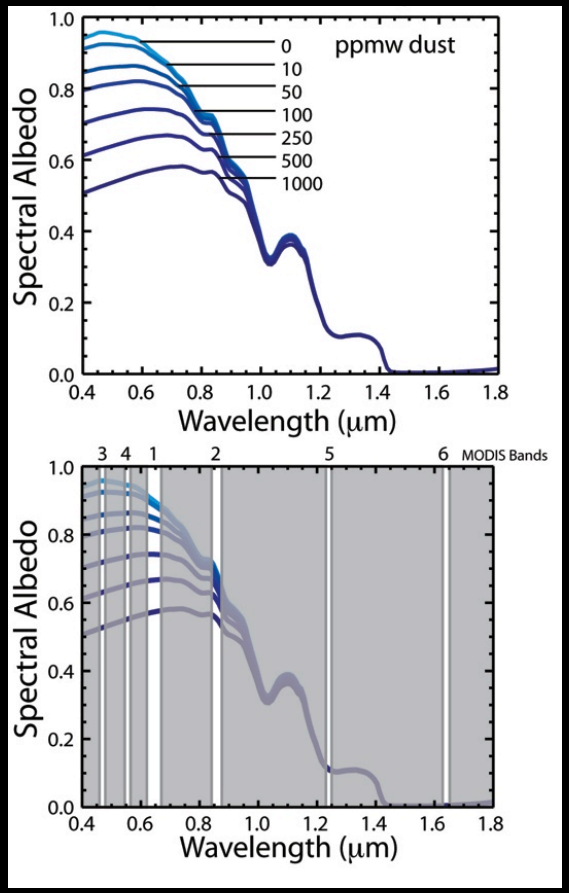
$$\cos\beta = \cos\theta_s \cos\theta_n + \sin\theta_s \sin\theta_n \cos\{\phi_s - \phi_n\}$$

$$E_{corrected,\lambda} = \left(E_{direct,\lambda} \cos\beta\right) + E_{diffuse,\lambda}$$

$$\alpha_{clean,\lambda} = c(\lambda;\theta_0;\theta_r,\phi_r;\zeta_{atm}) \cdot R(\lambda;\theta_0;\theta_r,\phi_r;\zeta_{atm})$$

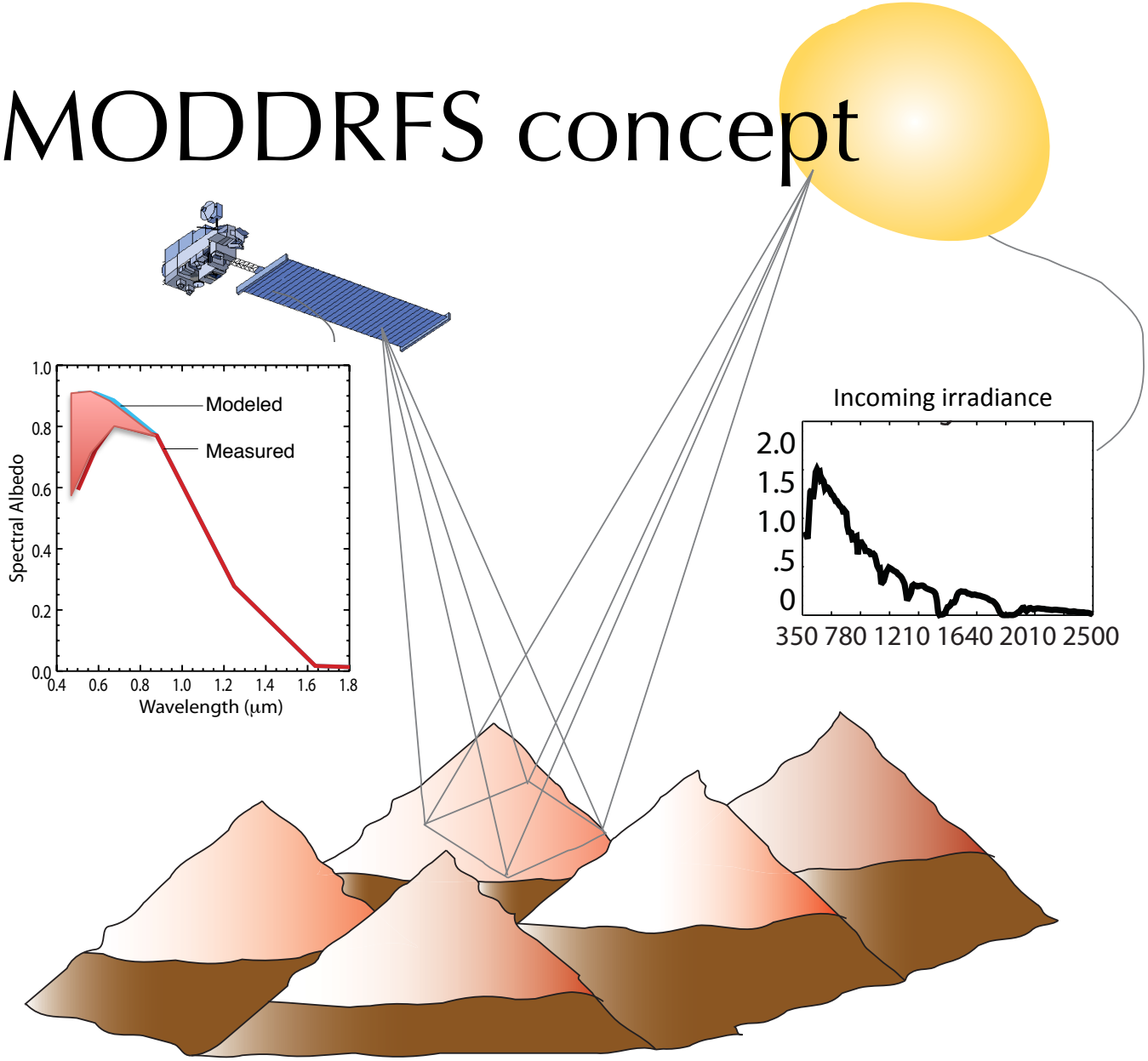
$$F = \sum_{\lambda=0.35\mu m}^{\lambda=0.876\mu m} E_{corrected,\lambda}\left(\alpha_{clean,\lambda} - \alpha_{MODIS,\lambda}\right)\Delta\lambda$$





Painter et al *GRL* 2012a

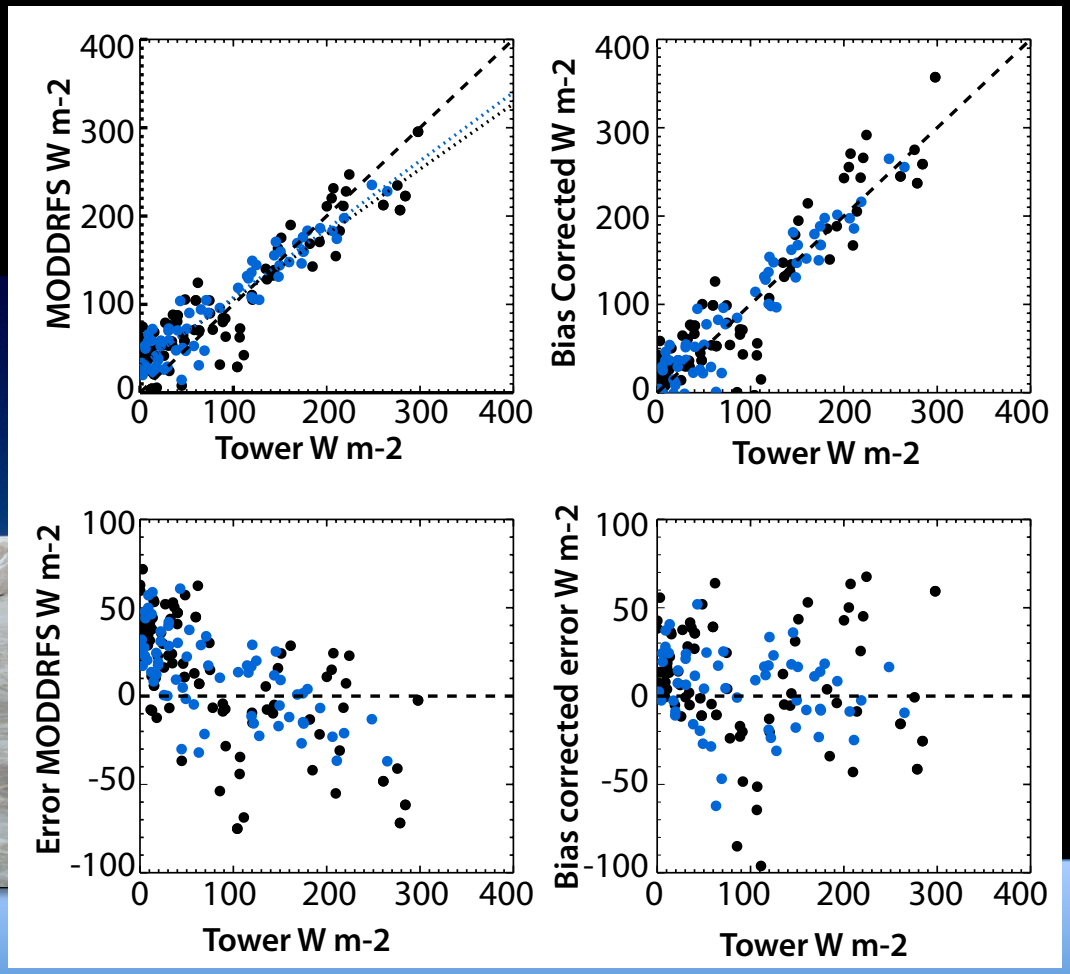
MODDRFS concept



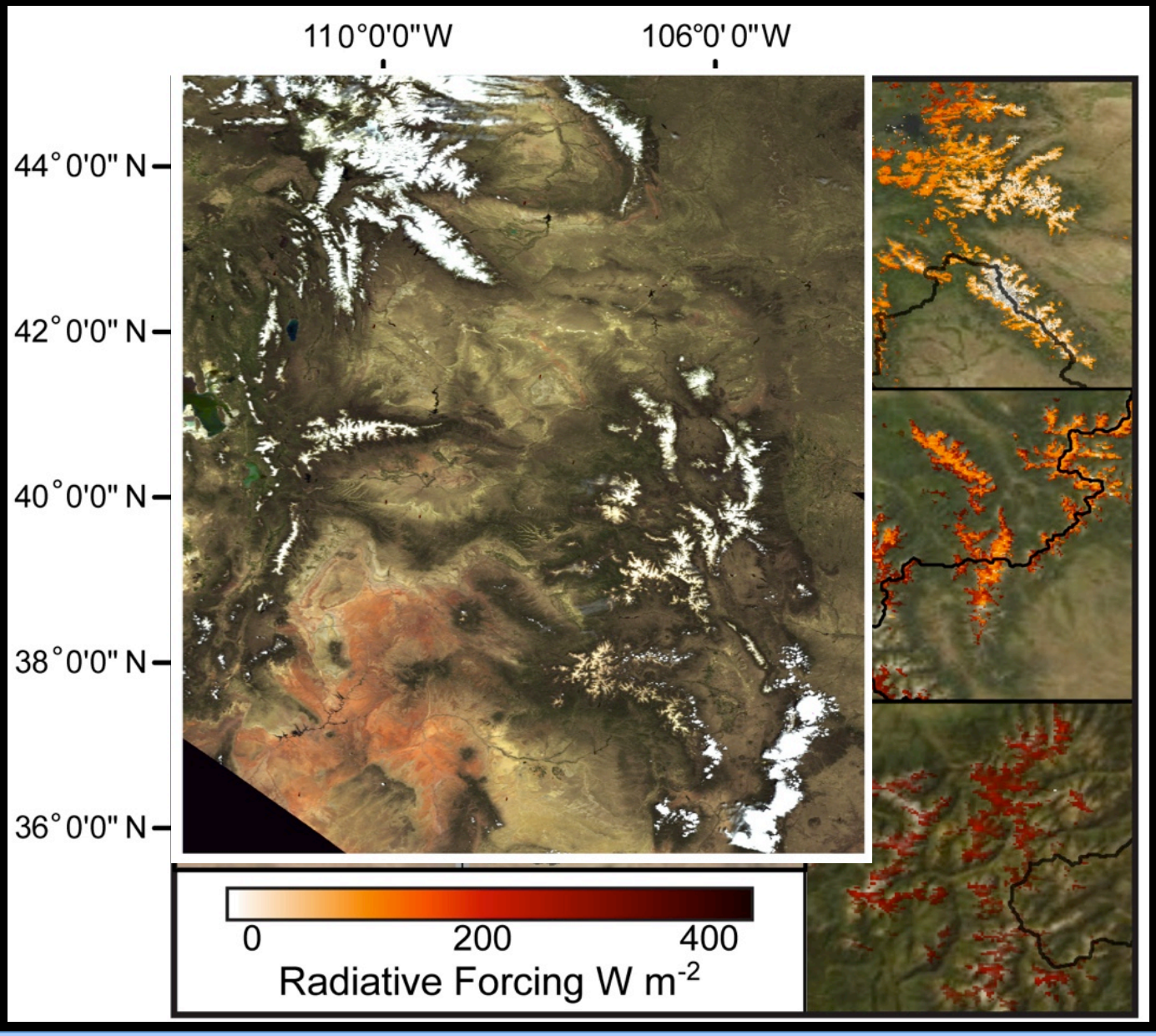
Satellite Derived versus Tower Measurements of Dust Forcing

Senator Beck Basin Study Area

MODDRFS retrievals < 30° sensor zenith vs. SBBSA retrievals at time of MODIS overpass.



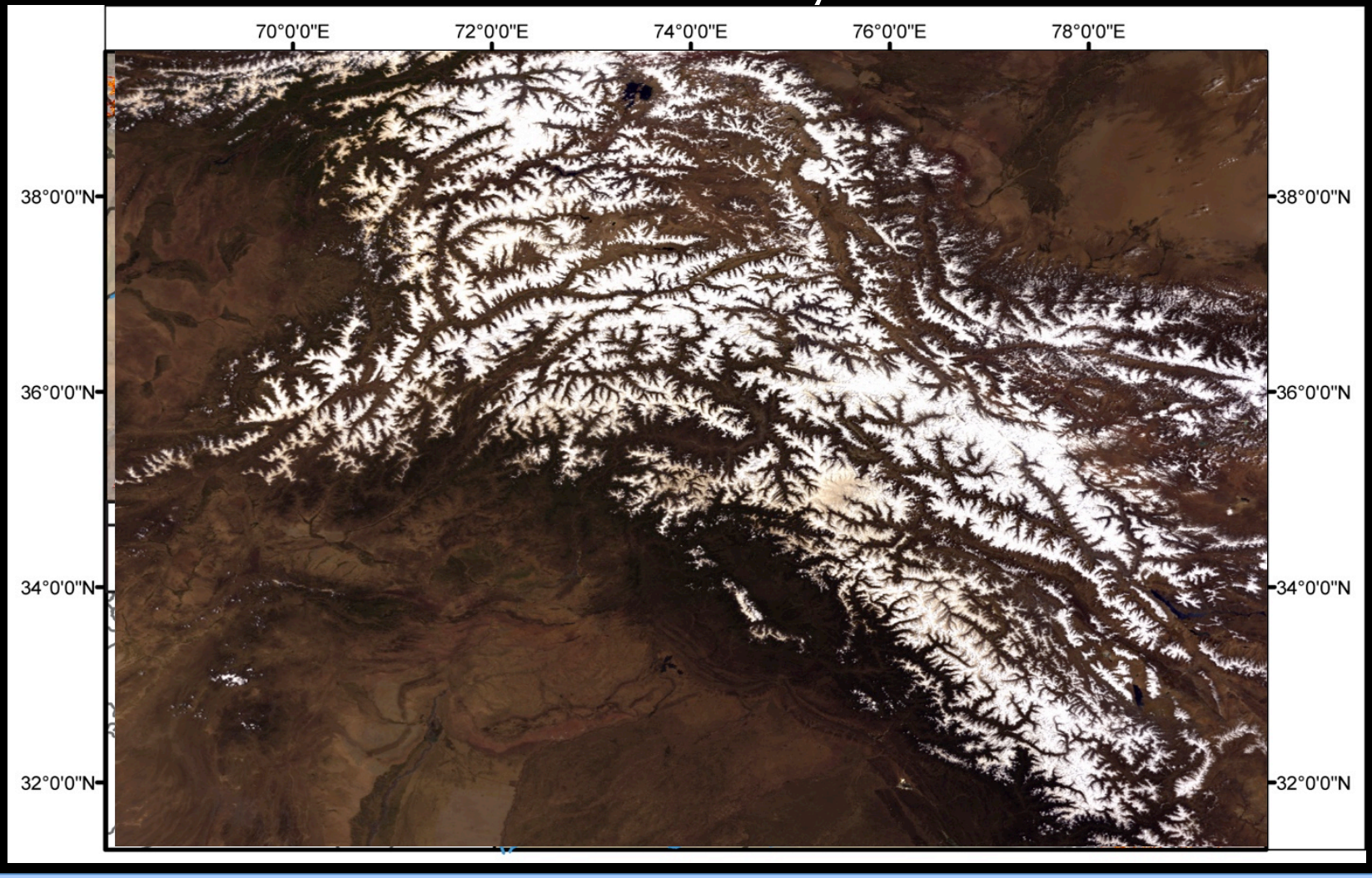
Painter et al 2012



MODDRFS Dust Radiative Forcing

Colorado River Basin, Western US

Hindu Kush-Himalaya MODDRFS

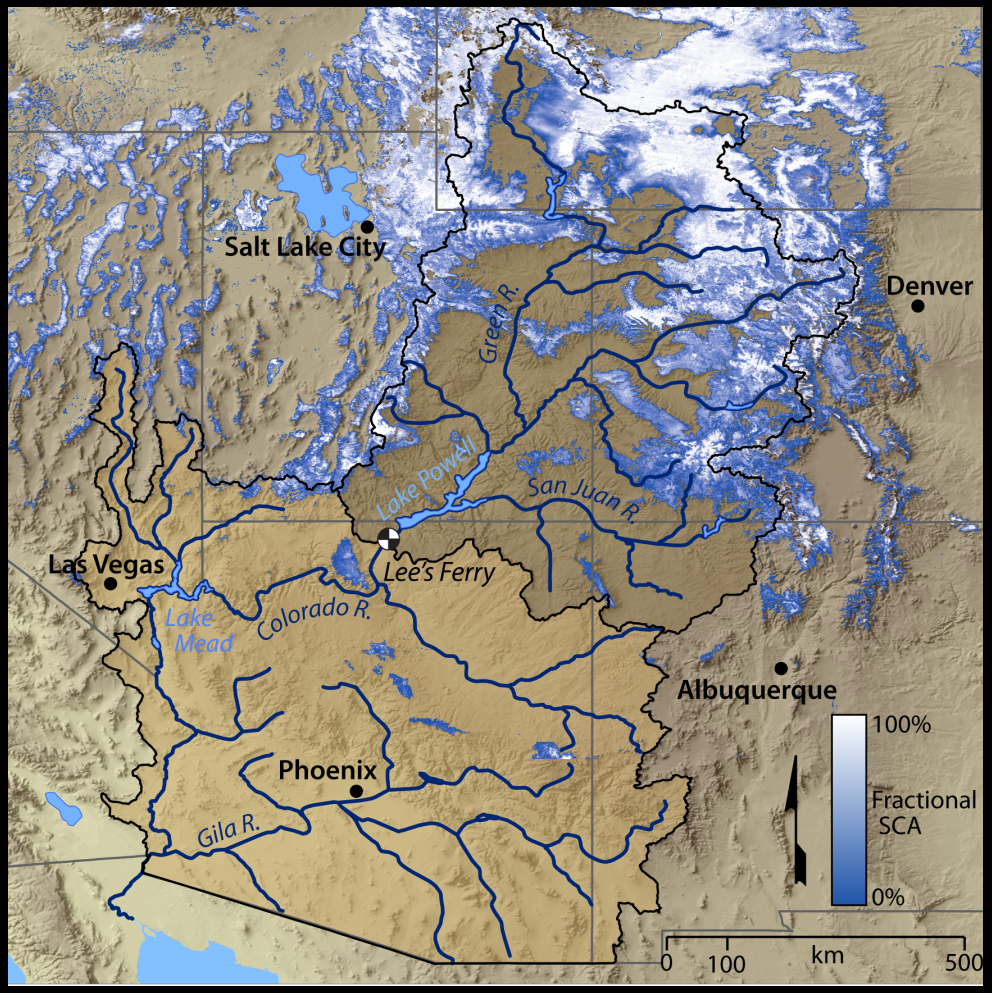


Impact of dust radiative forcing in snow on accuracy of operational runoff forecasting in the Upper Colorado River Basin

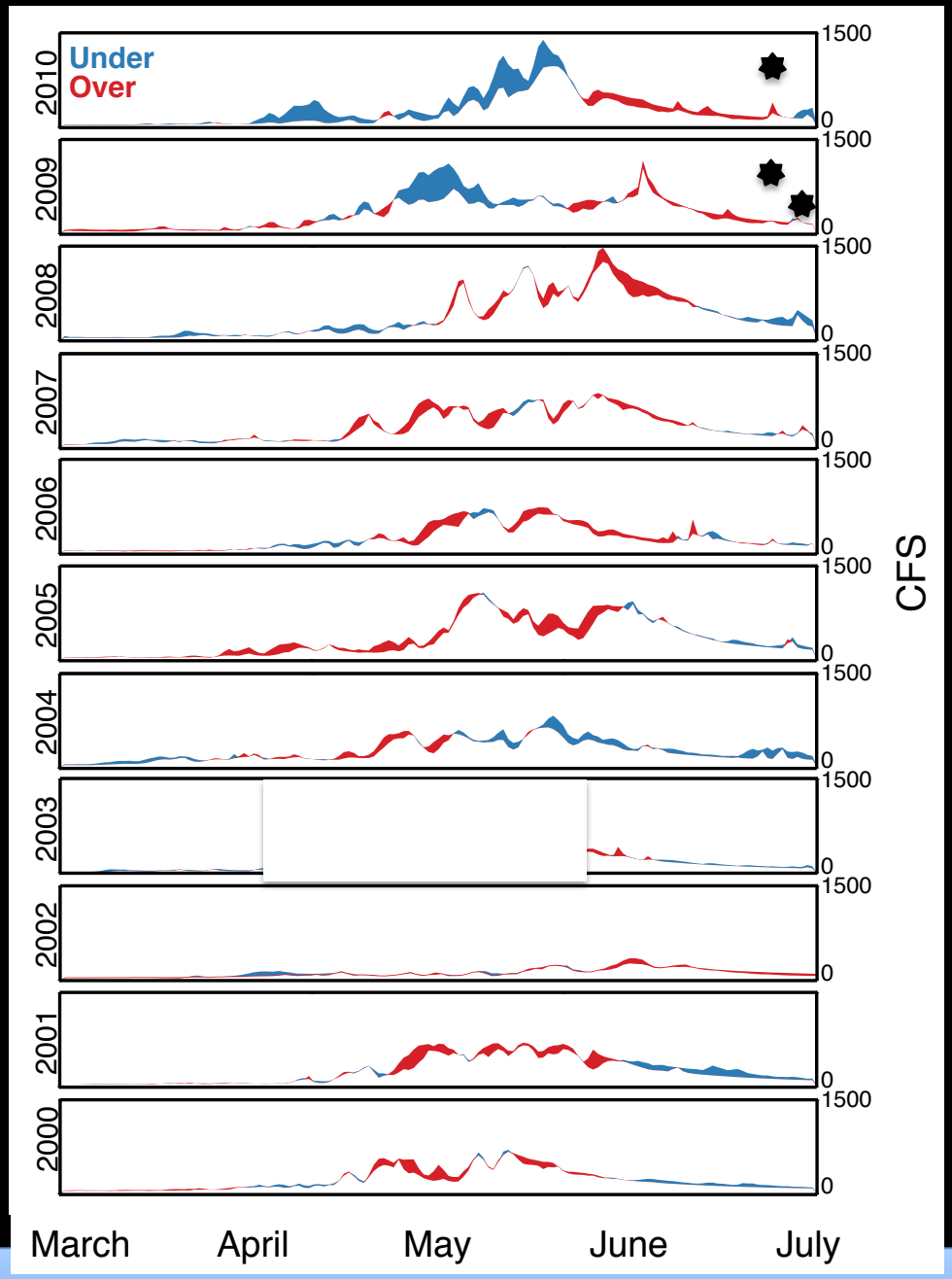
Ann C. Bryant[1*], Thomas H. Painter[2], Jeffrey S. Deems[3,4] , and Stacie M. Bender[5]
[1] Department of Geography, University of Utah, Salt Lake City, UT
[2] Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena, CA
[3]National Snow and Ice Data Center, Boulder, CO
[4]NOAA Western Water Assessment, Boulder, CO
[5]NOAA/National Weather Service Colorado Basin River Forecast Center, Salt Lake City, UT

CASE STUDY OF MODDRFS APPLICATION

- The **Colorado Basin River Forecast Center** produces operational streamflow forecasts using the coupled SNOW-17 / SAC-SMA model.
- Temperature index-based are the central component of hydrologic forecasting systems when snowmelt is the dominant influence on streamflow (Franz et al., 2008)



- This research characterizes the SNOW-17 / SAC-SMA error between 2000 – 2010 for 4 forecast gauges in southwestern Colorado and uses traditional error indices and graphical analysis to demonstrate how it is related to dust forcing.



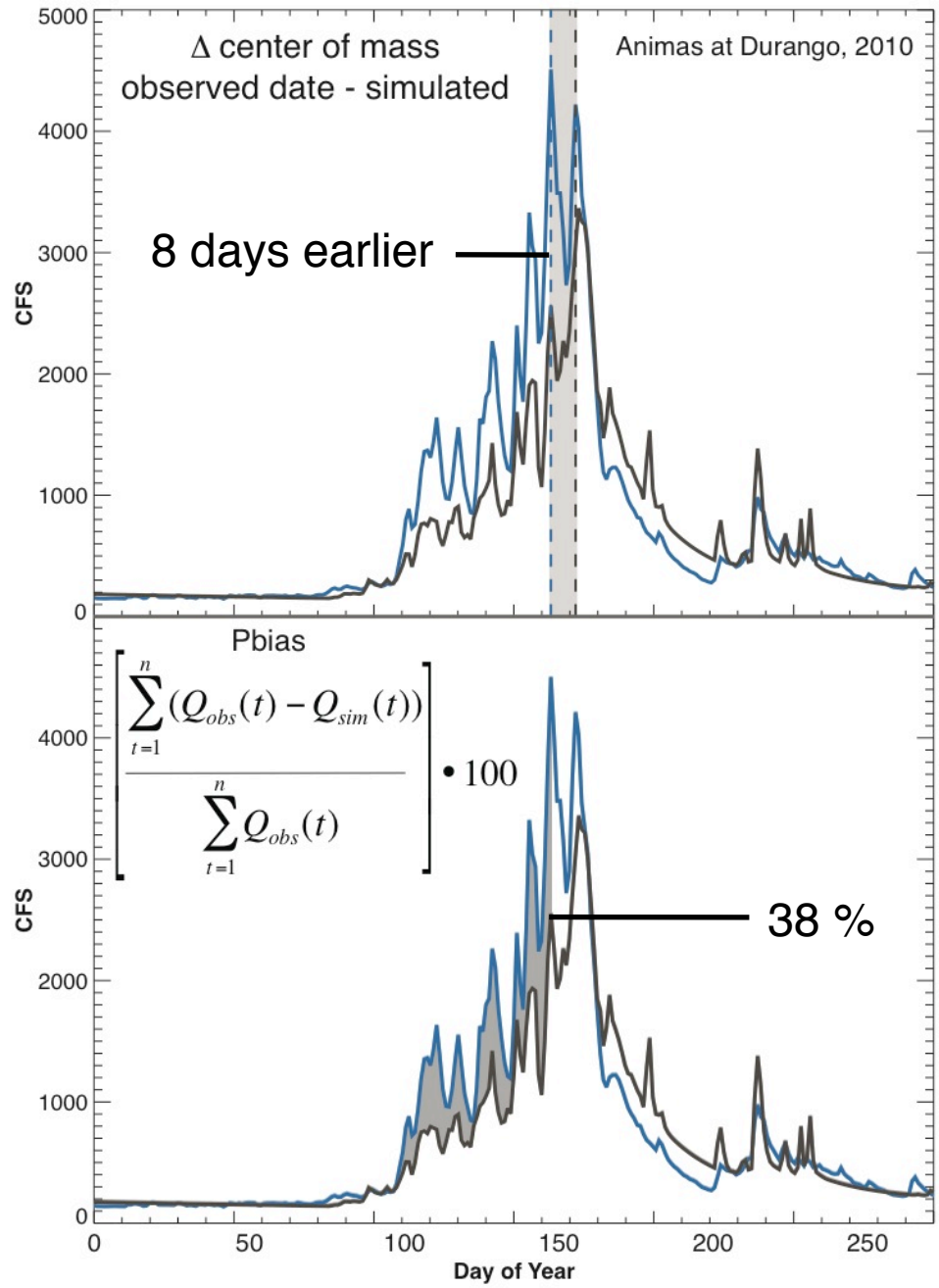
SNOW-17 / SAC-SMA underestimates streamflow in years with heavy dust loading to the snowpack.

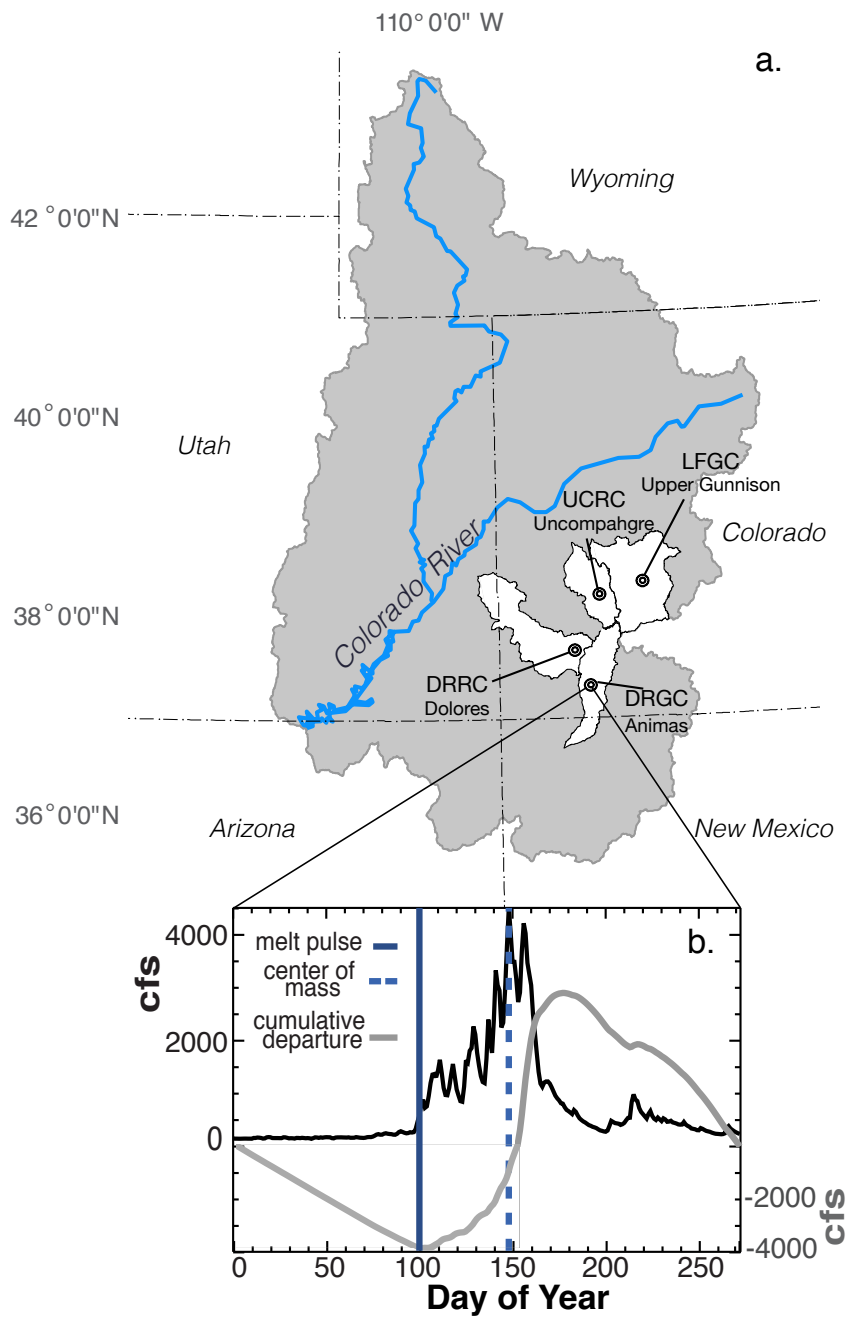
Observed and simulated streamflow:
Uncompahgre above Ridgeway
March 1st – August 1st, 2000 - 2010

We compared mean melt period dust forcing to:

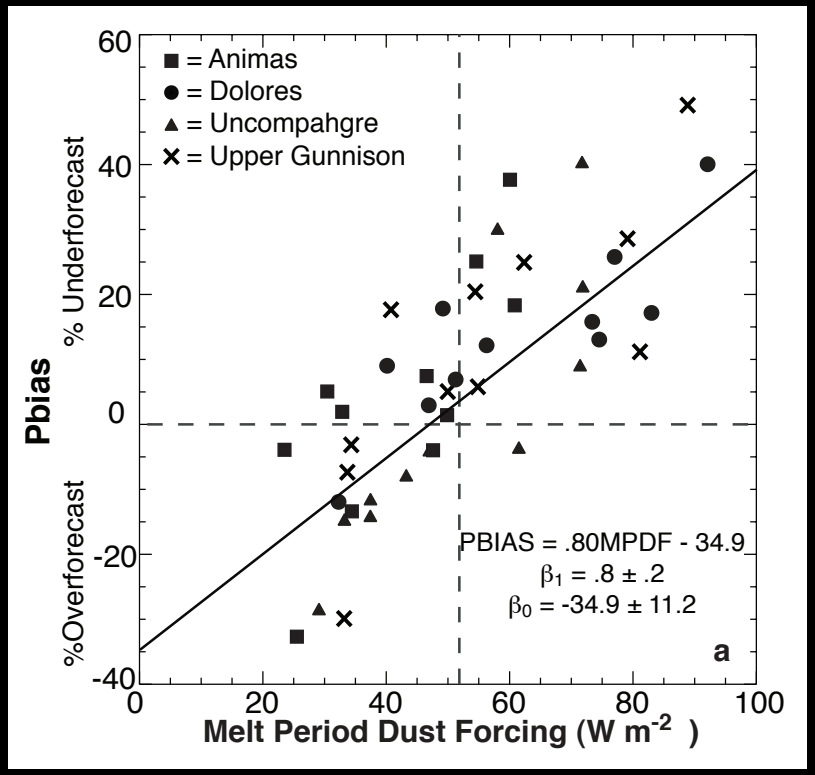
Y1 - Snowmelt Pulse Δ
Y2 - **Center of Mass Δ****
Y3 - Snowmelt Duration Δ
Y4 - **Percent Bias****
Y4 - Relative Mean Error**

** significant at α=0.01

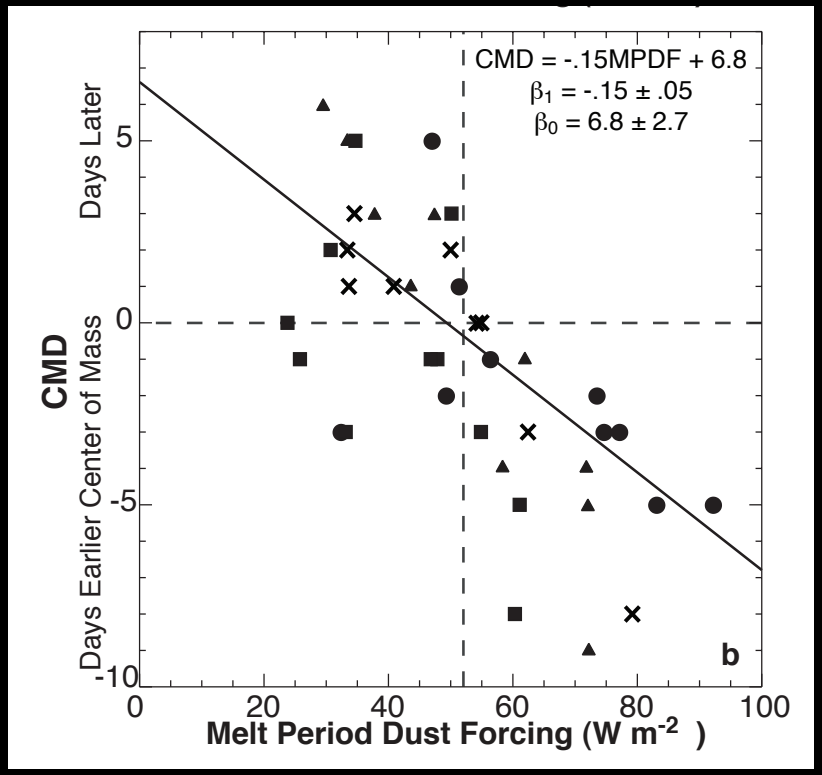



110° 0'0" W
a.
Wyoming
42 °0'0"N
40° 0'0"N
Utah
LFGC
Upper Gunnison
UCRC
Uncompahgre
Colorado
Colorado River
38° 0'0"N
DRRC
Dolores
DRGC
Animas
36° 0'0"N
Arizona
New Mexico
b.
melt pulse
center of mass
cumulative departure
cfs
4000
2000
0
-2000
-4000
cfs
0
50
100
150
200
250
Day of Year

Across the EOS record 2000-2012



Percent bias in forecast



Center of Mass

Summary

- Absorbed sunlight controls snowmelt
- In some settings dust absorption of sunlight exceeds warming in acceleration of snowmelt
- Dust radiative forcing in snow is a global phenomenon
- MODDRFS provides the first retrieval of radiative forcing by LAI in snow
- MODDRFS retrievals can improve climate and water science as well as operational forecasts

Next week

- Processing of MODSCAG, MODDRFS products at NASA JPL
- Use of the JPL Snow Data Server
- Accessibility of products