



Source: NuScale power – SMR on a truck, <https://www.energyconnects.com/>

9th AIEE Energy Symposium

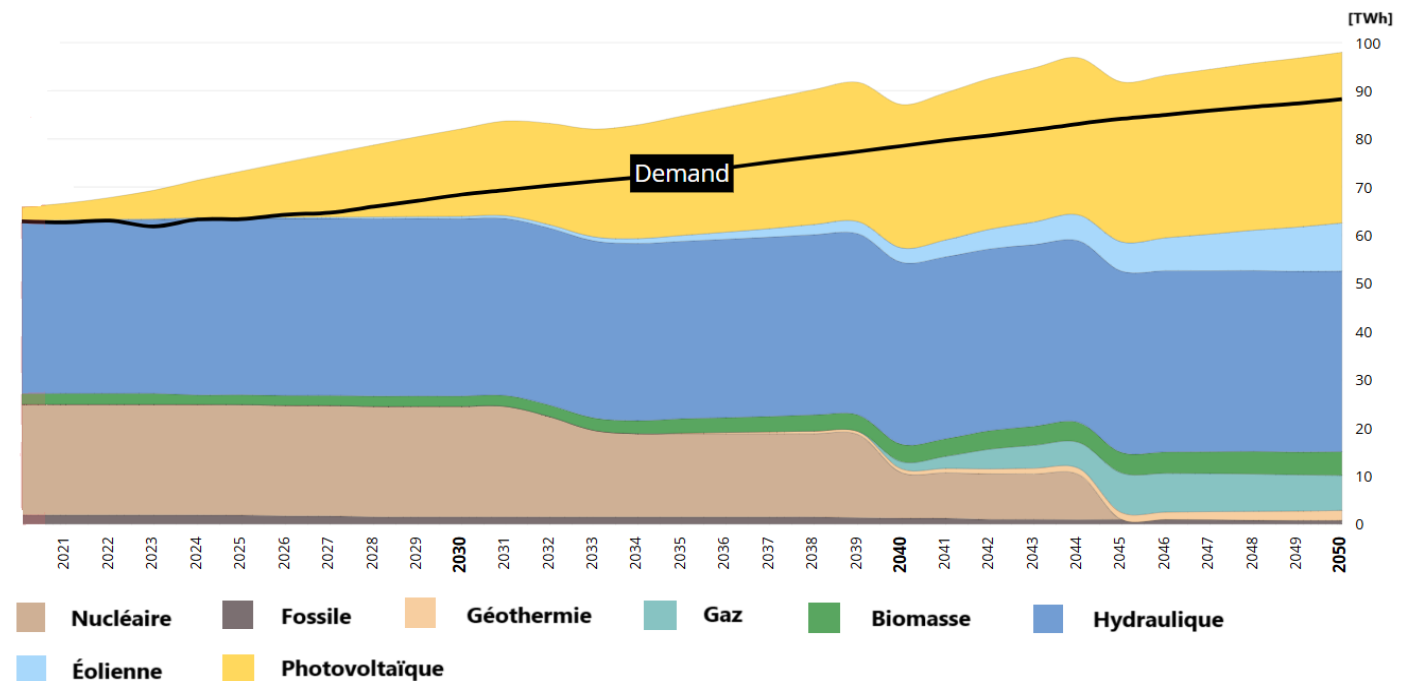
« Prospective Analysis of Spatial and Economic Impacts of Small Modular Reactor Deployment in Switzerland »

Olivier Paltenghi, Massimiliano Capezzali and Pierre-Henri Bombenger

Summary

- Context and state of knowledge
- Objective and Methodology
- Interviews and Key Stakeholders
- Results and Key Findings
- Future research perspectives
- Conclusions
- Questions

- Climate Strategy 2050 (carbon neutrality and 1.5 °C limit)
- Reduction of fossil fuels and electrification of sectors
- Increase in demand to 80–90 TWh by 2050, mainly covered by photovoltaics
- Photovoltaic projects too slow and high winter demand
- “Stop Blackout” initiative and Federal Council counterproposal



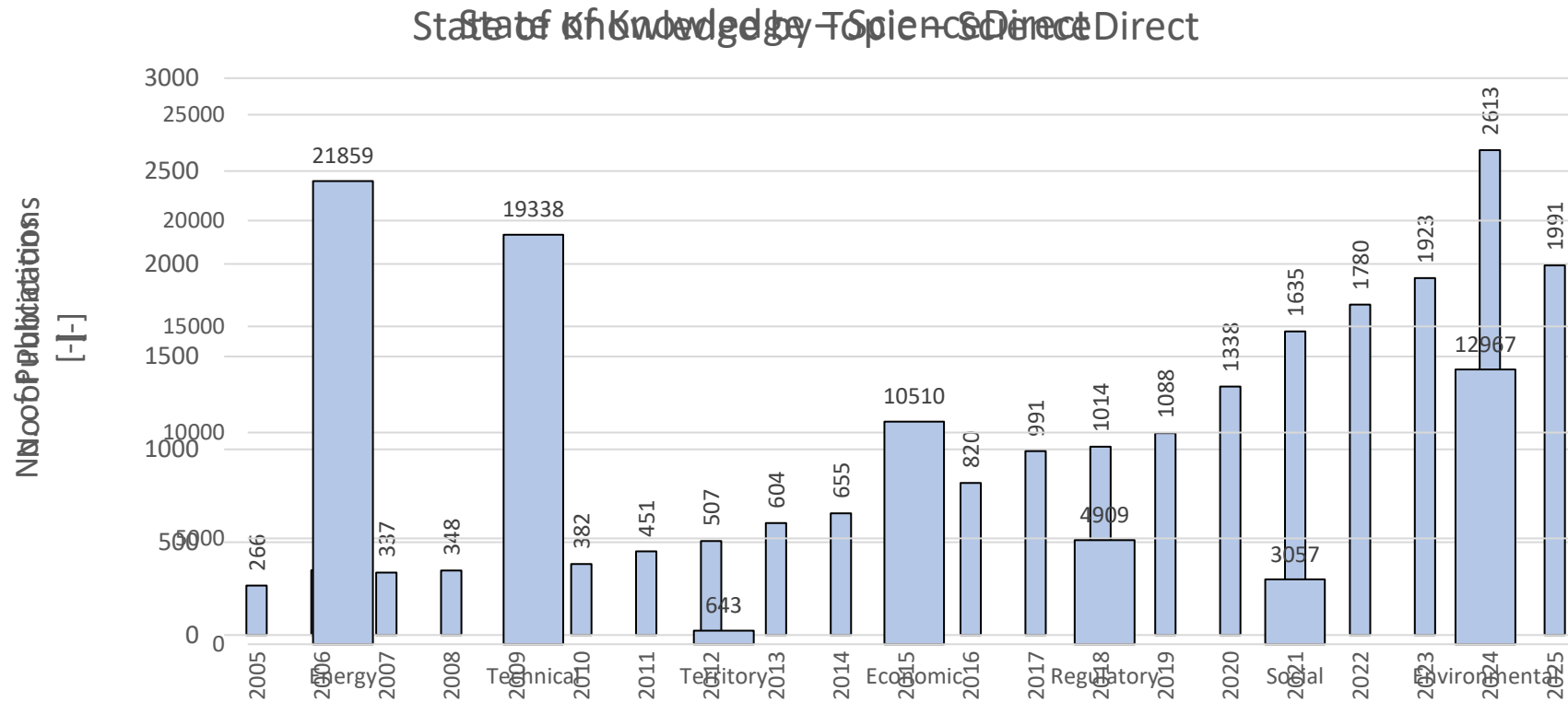
Source: Axpo, Power Switcher – Annual Electricity Production & Demand Forecast

- SMRs as a complementary alternative to renewables and conventional Nuclear
- Key advantages: compact design, modularity, and low-carbon production of electricity and heat
- Decentralized energy generation and involvement of new stakeholders
- Wide range of applications: power grids, district heating, industry, hydrogen production, and water desalination
- Deployment challenges:
 - Increase in the number of sites
 - Waste management
 - New fuel types
 - Safety systems



Source: Calogena Project Reactor, <https://www.calogena.com/>

Scientific publications on ScienceDirect “Small Modular Reactors”



To study the territorial and industrial impacts of a potential implementation of SMRs in Switzerland

Part II – Technology

- Technical aspects
- Energy integration and operating mode
- Safety, security, and Non-Proliferation

Part III – Cognitive

- Social acceptance
- Regulatory and policy
- Skills to develop

Part IV – Spatial

- Site locations
- New stakeholders
- Fuel cycle
- Environmental impacts

Part V – Economic

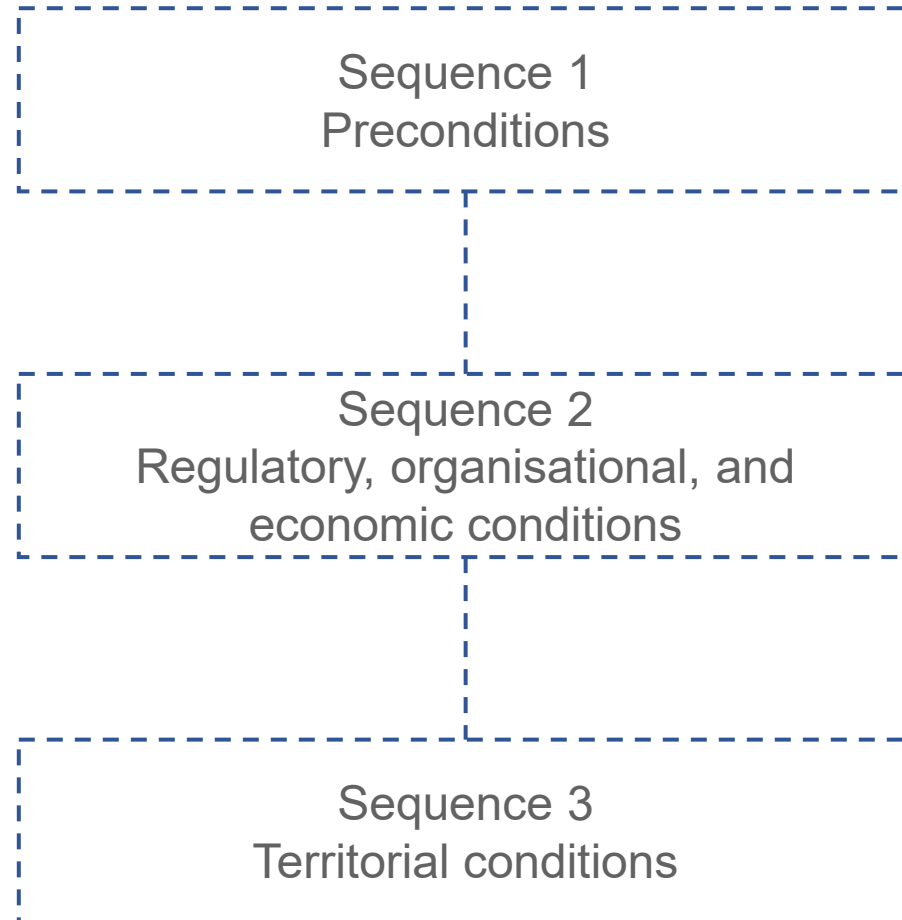
- Profitability
- Financing strategy
- Competitiveness

Partie	Thème	Identité	Citations	Type
Technologique	Chauffage à distance	<i>Advances in SMR developments Applications, technologies, avancement</i>	Pour le chauffage urbain, les réacteurs nucléaires peuvent fournir de la vapeur ou de l'eau chaude à des températures de 80-150°C, adaptées à une distribution par canalisation dans un rayon de 10-15 km. Bien que de grands réacteurs aient été utilisés pour le chauffage urbain dans certains pays, les réacteurs SMR sont actuellement développés spécifiquement à cette fin, pour répondre à des défis tels que la distance entre les réacteurs et les zones urbaines et la faisabilité économique de tels projets.	Littérature
		Andreas Kaplan	Oui, je pense que c'est vraiment un aspect crucial : ils peuvent fournir de la vapeur ou de la chaleur à haute température. Le chauffage urbain ce n'est pas nouveau : Beznau le fait.	Redondance
		Massimiliano Capezzali	Toutes ces villes essayent de décarboner leur chauffage urbain, et elles ne savent pas comment le faire.	Redondance
		Damien Ernst	Je pense que les premières applications ce seront simplement des applications électriques. Je ne vois pas même chaleur au départ. Je pense que cela va être des PWR avec une application uniquement d'électricité. Je ne vois pas avec de la chaleur au départ. Alors peut-être avec un PWR comme il y a eu des projets comme en Finlande ou la chaleur serait de la chaleur basse température qui serait utilisée pour chauffer une ville	Les deux
		Damien Ernst	Typiquement en Finlande ils ont beaucoup de chauffage urbain. Tu injecterais alors cet excès de chaleur pour chauffer une petite ville ou des quartiers.	Redondance
	Rapport avec les énergies renouvelables	<i>Handbook of small modular reactors. Chap13: Système hybride</i>	Les petits réacteurs modulaires (PRM) offrent de nouvelles opportunités pour une utilisation accrue de l'énergie nucléaire propre, à la fois pour des applications électriques et thermiques, dans davantage de lieux tout en soutenant la production d'énergie renouvelable. Les systèmes de cogénération (un seul système produisant à la fois chaleur et électricité) et les systèmes hybrides nucléaires (NHES), à entrées et sorties multiples, peuvent être conçus pour fonctionner de manière flexible, en fonction des besoins thermiques et/ou électriques, tout en intégrant plusieurs sources d'énergie. Ces sources peuvent inclure plusieurs réacteurs nucléaires indépendants ou une combinaison de ressources telles que réacteurs nucléaires, éoliennes, panneaux photovoltaïques (PV), biocarburants et combustibles fossiles.	Littérature
		Adèle Thorens	Concrètement, il y aura des options commercialisables beaucoup plus tard. Même si on a pris pas mal de retard dans les énergies renouvelables, je ne suis pas certaine concrètement que cela ralentisse parce que ça va arriver après.	Rupture
		Mauro Montella	Du côté des services industriels on ne voit pas comment cela va être mis en œuvre sans vraiment limiter ou menacer l'encouragement actuelle des énergies renouvelables.	Rupture
		Andreas Kaplan	<i>Pensez-vous que les SMR pourraient compléter les sources renouvelables intermittentes et contribuer à un système énergétique hybride ?</i> K : Je pense qu'il faudrait peut-être commencer par là.	Redondance
		Olivier Paltenghi	On peut penser que les SMR viendrait faire la concurrence aux énergies renouvelables mais en fait on pourrait voir comme associer le renouvelable intermittents avec une production de ces SMR. De faire des système hybrides renouvelable + nucléaire en faisant un suivi de charge.	Provient de la littérature

Key Stakeholders

Designation	Categories	Contact Person	Activities
A	Industrial Stakeholders	Roger Dupertuis – Holcim Suisse SA	HES Engineer – Director, Cadcime SA
B	Energy Producers & Distributors	Andreas Kaplan – Alpiq Holding SA	Nuclear Advisory Board – Vice President
C		Pablo Mueller – BKW Energie	Nuclear Strategy
D		Mauro Montella and Lorenzo Zambelli – Swisspower SA	Senior Consultant/Project Manager Public Affairs
E	Policy Makers and Regulators	Rosa Sardella – Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate	Head of Radiation Protection
F	Experts & Researchers	Damien Ernst	Professor and Researcher at the University of Liège
G		Jonas Savelsberg	Researcher and Lecturer at ETH Zurich
H		Rebecca Lordan-Perret	Head of Scientific Communication at ETH Zurich
I	Civil Society & NGOs	Adèle Thorens	Former Member of the Council of States (Green Party) and Current HES Professor

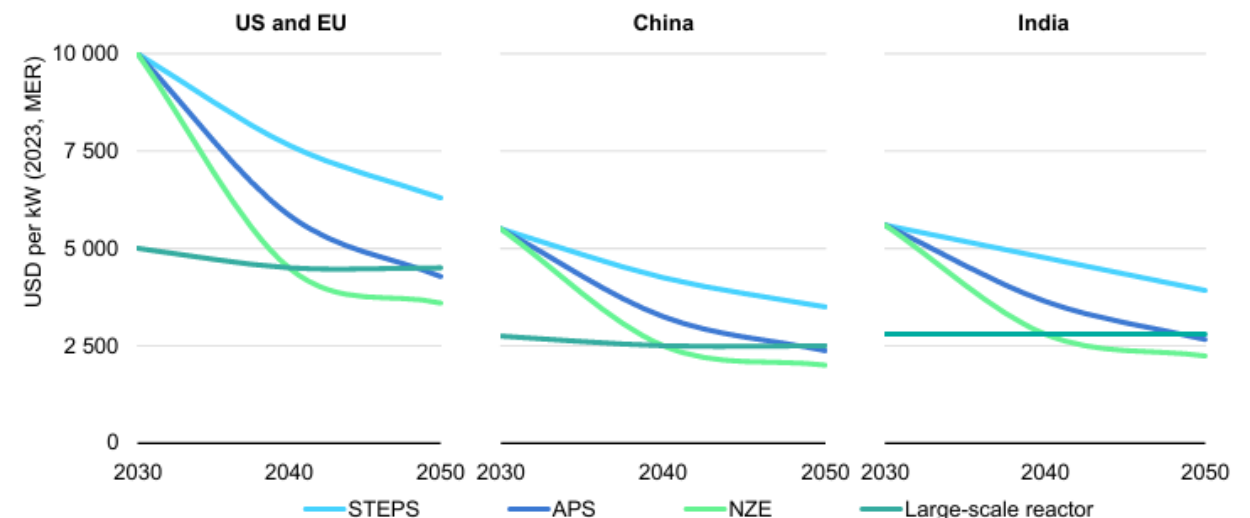
Chronological Go/No-Go process





Maturity of the sector

- First phase 2030–2035 and second phase not before 2040 → climate emergency?
- Switzerland will probably not be a pioneer country in the deployment of SMRs
- Feedback from foreign projects, particularly from Western countries
- Demonstrate the innovative features (modularity, underground concepts, passive safety systems, etc.)
- Demonstrate economic viability
 - Investment cost (between 4,000 and 5,000 USD/kW)
 - Learning effect
 - Series production



Source: International Energy Agency – Capital costs of SMRs under scenarios to 2050



Amendment of legal frameworks

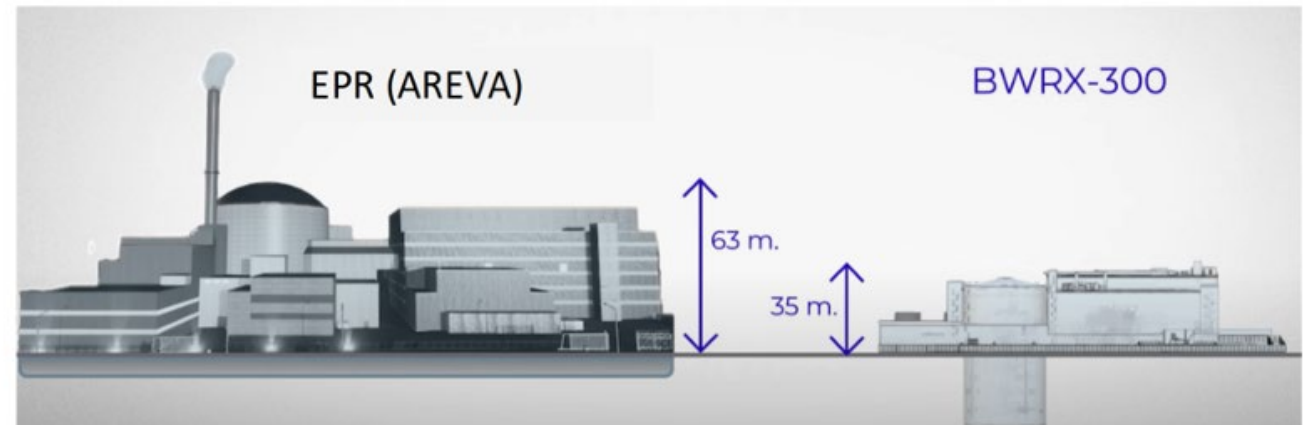
- Rationalization of procedures (broader general authorization)
- Adaptation to the specific features of SMRs (new fuels, multiple sites, safety systems, etc.)
- Lack of operational feedback → complex assessment of technical aspects
- Standardization and international collaboration
- Challenges related to new stakeholders
- **Clarify the status of SMRs and lift the current ban**



Energy and Territorial integration

- Initially, mainly used for electricity generation rather than heat (limited interest from industry)
- Divergence regarding SMR operation modes
 - Base-load → profitability
 - Load-following → flexibility
- Compatibility with renewable energy production
- Deployment in remote regions, urban areas, or industrial zones
- Dilemma: use of heat vs. siting on existing sites
 - Simplified licensing process
 - Existing infrastructure
 - Risk assessments already conducted
 - Better local acceptance

- Conduct more semi-structured interviews
- Analyze different SMR designs and evaluate those most suitable for Switzerland
- Compare the large reactor paradigm with small modular reactors
- Regular monitoring of several specific SMR projects



Source: Swiss Confederation - Comparison of land use: EPR vs. BWRX-300 SMR (GE Hitachi Nuclear Energy)

- SMRs could represent a strategic issue for Switzerland
 - However, Swiss industry does not currently consider this option at all
 - Swiss utilities are waiting for experiences in other European countries before moving
- Experience feedback will be essential (technical and economic)
- Anticipate a possible deployment (legal bases, waste management, financing model, role of the authorities)
- Criteria constituting a major obstacle for stakeholders: **economic, legislative, accident risk, social acceptance**
- Criteria not constituting a major obstacle for stakeholders: **decommissioning, environmental impacts, waste management**
- What about industrial and residential heat?
- Lift the current ban and allow energy companies to study the feasibility of projects

Questions ?



Source: NuScale power – Cut-away view of NuScale power plant, <https://www.nuscalepower.com/>